

C-V2X 产业化路径和时间表研究

白皮书

中国智能网联汽车产业创新联盟

IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组

中国智能交通产业联盟

中国智慧交通管理产业联盟

2019 年 10 月

编写团队

编委 公维洁、葛雨明、焦伟赞、孙正良、姚丹亚、杜江凌

执笔人 （按姓氏拼音字母顺序排序）

曹增良	陈殿勇	陈荆花	陈书平	陈文琳	迟仲达	崔星灿	代磊磊
单 单	段续庭	房 骥	房家奕	高崇桂	高 路	葛雨明	公维洁
郝伟杰	何 宁	胡金玲	金杰敏	金胜莺	雷毅志	李 峰	李家文
李 琨	李明超	李 娜	李 茹	李 俨	李彦奇	李 洋	林 琳
刘建行	刘健皓	刘 琪	栾 帅	罗璎珞	蒙天地	聂永丰	牛 雷
欧阳国威	潘 凯	庞洪亮	彭 伟	邵亚萌	史立东	苏 庚	田大新
王 祥	王易之	吴悦玲	武晓宇	熊小敏	徐长青	许 玲	薛金银
严 冬	杨 波	姚丹亚	姚知含	尤 鑫	于润东	于胜波	虞靖靓
张北海	张 军	张翼鹏	赵 灿	赵孝武	赵奕铭	朱 杰	

目 录

0. 引言.....	1
1. C-V2X 概述.....	2
1.1. C-V2X 产业架构.....	2
1.2. C-V2X 产业化的意义.....	3
1.2.1. 提升行驶安全.....	3
1.2.2. 提高交通效率.....	3
1.2.3. 提供出行信息服务.....	4
1.2.4. 支持实现自动驾驶.....	4
1.3. 车辆网联化分级.....	4
2. C-V2X 国内发展现状.....	6
2.1. 应用场景.....	6
2.1.1. 现状概述.....	6
2.1.2. C-V2X 基础业务场景.....	8
2.1.3. C-V2X 增强业务场景.....	9
2.1.4. C-V2X 应用标准.....	10
2.1.5. 综合评估.....	11
2.2. 通信标准/频谱.....	11
2.2.1. C-V2X 标准.....	11
2.2.2. C-V2X 频谱.....	15
2.2.3. 综合评估.....	15
2.3. 车载终端.....	15
2.3.1. 现状概述.....	15
2.3.2. 具体情况.....	16
2.3.3. 综合评估.....	18
2.4. 路侧设施.....	18
2.4.1. 现状概述.....	18
2.4.2. 具体情况.....	19
2.4.3. 综合评估.....	21

2.5. 通信安全.....	21
2.5.1. 现状概述.....	21
2.5.2. 具体情况.....	22
2.5.3. 综合评估.....	23
2.6. 数据平台.....	23
2.6.1. 现状概述.....	23
2.6.2. 具体情况.....	24
2.6.3. 综合评估.....	27
2.7. 测试验证.....	27
2.7.1. 现状概述.....	27
2.7.2. 具体情况.....	27
2.7.3. 综合评估.....	29
2.8. 应用示范.....	29
2.8.1. 现状概述.....	29
2.8.2. 具体情况.....	30
2.8.3. 综合评估.....	31
3. C-V2X 产业化部署与技术演进.....	32
3.1. 应用场景.....	32
3.1.1. 应用场景的重要性.....	32
3.1.2. 先期产业化应用场景的选择思路.....	32
3.1.3. 应用场景举例.....	36
3.2. 通信设备.....	39
3.2.1. 产业化目标.....	39
3.2.2. 差距分析.....	39
3.2.3. 实现路径.....	39
3.2.4. 时间表.....	39
3.3. 车载终端.....	40
3.3.1. 产业化目标.....	40
3.3.2. 差距分析.....	40
3.3.3. 实现路径.....	40

3.3.4. 时间表.....	41
3.4. 路侧设施.....	42
3.4.1. 产业化目标.....	42
3.4.2. 差距分析.....	42
3.4.3. 实现路径.....	42
3.4.4. 时间表.....	43
3.5. 安全保障.....	43
3.5.1. 产业化目标.....	43
3.5.2. 差距分析.....	44
3.5.3. 实现路径.....	44
3.5.4. 时间表.....	45
3.6. 数据平台.....	45
3.6.1. 产业化目标.....	45
3.6.2. 差距分析.....	46
3.6.3. 实现路径.....	46
3.6.4. 时间表.....	46
3.7. 测试认证.....	47
3.7.1. 产业化目标.....	47
3.7.2. 差距分析.....	47
3.7.3. 实现路径.....	47
3.7.4. 时间表.....	47
4. C-V2X 产业化时间表.....	48

0. 引言

以 V2X 技术为基础的汽车网联化和道路智能化是实现自动驾驶的重要支撑，能大幅度降低道路交通事故、提高交通效率、实现节能减排，近年来在全球呈现出加速发展趋势。C-V2X 涉及到汽车、通信、交通运输和交通管理等多个行业，除 LTE-V2X/5G 通信、车用通信协议和通信接口、数据平台、信息安全等技术外，还涉及与道路交通基础设施之间的交互和协作。因此 C-V2X 需要汽车、通信、交通运输和交通管理等行业进行深度的协同创新。应尽快形成 C-V2X 技术、产业共识，促进聚集各界资源，协同攻关，在顶层架构下实施相关技术的研究开发及示范运行，从而推动 C-V2X 乃至智慧城市交通系统的快速发展。

我国 C-V2X 经过几年快速发展，标准体系初步建立、产业链初具雏形、相关企业具备了较高的技术实力，已具备大规模部署及产业化的条件。同时我国具有 C-V2X 国家战略路径明确、信息通信产业基础强、道路交通基础设施统筹规划部署等优势，极有可能形成全球领先。应抓住不可多得的战略机遇期，加快推进。

值此关键时期，为促进 C-V2X 跨行业协同发展，为政府部门的政策制定提供参考，加速我国 C-V2X 产业化健康有序推进，中国智能网联汽车产业创新联盟（CAICV）、IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组、中国智能交通产业联盟（C-ITS）、中国智慧交通管理产业联盟（CTMA）四家单位联合发起，开展《C-V2X 产业化路径及时间表研究》的编制工作。国汽智联、中国信通院、清华、北航、华为、大唐、高通、一汽、东风、长安、北汽、上汽、广汽、通用、福特、长城、吉利、奥迪、宝马、中兴、移动、电信、联通、东软、诺基亚贝尔、百度、阿里巴巴、星云互联、金溢、易华录、千方科技、滴滴、首发集团、北京速通科技、启迪云控、奇虎 360 等参与单位共同执笔编写。

《C-V2X 产业化路径及时间表研究》梳理了我国 C-V2X 产业发展基础及现状，综合评估产业化落地条件及差距，提出以应用场景作为跨产业协同的关键节点，分阶段推动其产业化落地部署。本报告从 C-V2X 解决交通问题、部署方式、技术优越性和技术成熟度等几个因素出发，推荐了分别适用于高速公路、城市道路的应用场景，从通信设备、安全保障、车辆部署、交管应用、交通应用、数据平台搭建、测试认证等角度分析产业化部署的重点工作和实施路径，最后综合各项工作提出了 C-V2X 的产业化时间表。

本研究聚焦基于 3GPP R14 的 LTE-V2X 技术，未来持续关注 3GPP R15/R16 及后续演进情况，根据我国 C-V2X 产业发展情况，及时更新研究内容。

1. C-V2X 概述

V2X（Vehicle to Everything）是车与外界进行信息交换的一种通信方式，包括：车与车之间的直接通信（V2V）；汽车与行人通信（V2P）；汽车与道路基础设施通信（V2I）；以及车辆通过移动网络与云端进行通信（V2N）。

C-V2X（Cellular-V2X）是基于 3GPP 全球统一标准的通信技术，包含 LTE-V2X、5G-V2X 及后续演进。C-V2X 技术基于蜂窝网络，提供 Uu 接口（蜂窝通信接口）和 PC5 接口（直连通信接口），可复用蜂窝网的基础设施，部署成本更低、网络覆盖更广，在更密集的环境中，C-V2X 支持更远的通信距离、更佳的非视距通信性能、增强的可靠性（更低的误包率）、更高的容量和更佳的拥塞控制。C-V2X 技术旨在将“人-车-路-云”等交通参与要素有机地联系在一起，不仅可以为交通安全和效率类应用提供通信基础，还可以将车辆与其他车辆、行人、路侧设施等交通元素有机结合，弥补了单车智能的不足，推动了协同式应用服务发展。

C-V2X 拥有清晰地、具有前向兼容性的 5G 演进路线，利用 5G 技术的低延时、高可靠性、高速率、大容量等特点，不仅可以帮助车辆之间进行位置、速度、驾驶方向和驾驶意图的交流，而且可以用在道路环境感知、远程驾驶、编队驾驶等方面。

1.1. C-V2X 产业架构

C-V2X 的产业架构由 C-V2X 产业链、产业支撑及产业推进构成，如图 1 所示。C-V2X 产业链主要包括通信芯片、通信模组、终端设备、整车、智能道路、测试验证以及运营与服务环节，其中的参与方包括芯片厂商、设备厂商、主机厂、方案商、电信运营商、交通运营部门和交通管理部门等。C-V2X 产业支撑方面包括科研院所、标准组织、投资机构及关联的技术产业。C-V2X 产业推进方面包括链接建立、能力增强和应用升级。

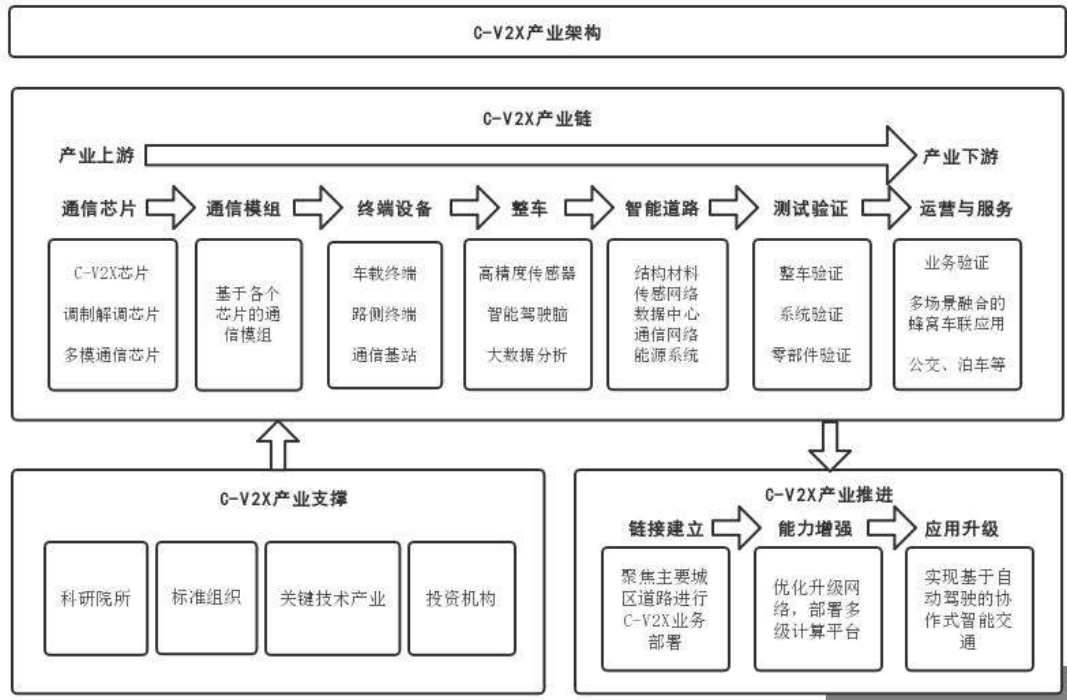


图1 C-V2X 产业架构图

1.2. C-V2X 产业化的意义

1.2.1. 提升行驶安全

提升行驶安全是 C-V2X 最重要的意义。通过 C-V2X 车载终端设备及智能路侧设备的多源感知融合，对道路环境实时状况进行感知、分析和决策，在可能发生危险或碰撞的情况下，智能网联汽车进行提前告警，为车辆出行提供更可靠、安全、实时的环境信息获取，从而减少交通事故或降低交通致伤亡率，对于汽车行驶安全有十分重要的意义。典型的 C-V2X 交通安全类应用有交叉路口来车提醒、前方事故预警、盲区监测、道路突发危险情况提醒等。

1.2.2. 提高交通效率

提高交通效率是 C-V2X 的重要作用。通过 C-V2X 增强交通感知能力，实现交通系统网联化、智能化，构建智慧交通体系，通过动态调配路网资源，实现拥堵提醒、优化路线诱导，为城市大运量公共运输工具及特殊车辆提供优先通行权限，提升城市交通运行效率，进一步提高交通管理效率，特别是区域化协同管控的能力。典型的 C-V2X 交通效率类应用包括前方拥堵提醒、红绿灯信号播报和车速诱导、特殊车辆路口优先通行等。

1.2.3. 提供出行信息服务

提供出行服务是 C-V2X 应用的重要组成部分，是全面提升政府监管、企业运营、人民出行水平的手段。C-V2X 信息服务类典型应用包括突发恶劣天气预警、车内电子标牌等。

1.2.4. 支持实现自动驾驶

车路协同是支撑自动驾驶落地的重要手段，通过本地信息收集、分析和决策，为智能网联汽车提供碰撞预警、驾驶辅助、信息提醒等服务，为自动驾驶提供辅助决策能力，提升自动驾驶的安全性，并降低车辆适应各种特殊道路条件的成本，加速自动驾驶汽车落地。自动驾驶典型应用场景包括车辆编队行驶、远程遥控驾驶、自主泊车等。

1.3. 车辆网联化分级

按照 C-V2X 为车辆提供交互信息、参与协同控制的程度，参照车辆智能化分级，尝试将车辆网联化划分为网联辅助信息交互、网联协同感知、网联协同决策与控制三个等级，如表 1 所示。

表 1 智能网联汽车网联化等级

网联化等级	等级名称	等级定义	典型信息	传输需求	典型场景	车辆控制
1	网联辅助信息交互	基于车-路、车-云通信，实现导航、道路状态、交通信号灯等辅助信息的获取以及车辆行驶与驾驶人操作等数据的上传	地图、交通流量、交通标志、油耗、里程等静态信息	传输实时性、可靠性要求较低	交通信息提醒、车载信息娱乐服务、eCall 等	人
2	网联协同感知	基于车-车、车-路、车-人、车-云通信，实时获取车辆周边交通环境信息，与车载传感器的感知信息融合，作为自车决策与控制系统的输入	周边车辆/行人/非机动车位置、信号灯相位、道路预警等动态数字化信息	传输实时性、可靠性要求较高	道路湿滑提醒、紧急制动预警、特殊车辆避让等	人/自车
3	网联协同决策与控制	基于车-车、车-路、车-人、车-云通信，实时并可靠获取车辆周边交通环境信息及车辆决策信息，车-车、车-路等各交通参与者之间信息进行交互融合，形成车-车、车-路等各交通参与者之间的协同决策与控制	车-车、车-路、车-云间的协同控制信息	传输实时性、可靠性要求最高	列队跟驰等	人/自车/他车/云

目前汽车搭载的 T-Box 主要用于车载影音娱乐、车辆信息监控与显示、定位服务、

运营管理等方面，属于网联化分级里的第 1 等级。新一代 V2X 车载终端可以实现车-车、车-路、车-人、车-云之间全方位连接，提供行驶安全，交通效率和信息服务三大类应用，属于网联化分级里的第 2 等级。未来随着 V2X 技术的演进、应用场景的丰富、部署的完善，V2X 在智能网联汽车和自动驾驶中将发挥更多的协同作用，逐步实现网联协同决策与控制，即第 3 等级。预计我国 C-V2X 产业化应用在 2025 年趋于成熟。

2. C-V2X 国内发展现状

2.1. 应用场景

2.1.1. 现状概述

随着以 C-V2X 为主体的通信技术的发展，近年来在智能交通和智能汽车领域，为了提高驾驶安全性，交通效率以及提升用户体验，汽车与汽车、汽车与行人、汽车与交通设施均被互相连接，形成车、行人以及基础设施互联的应用场景。以汽车行驶安全、交通效率提升和信息服务为主要应用场景的智能网联汽车以及智能车路协同系统成为这种趋势中的焦点。

基于 C-V2X 的应用场景可划分为三大类：交通安全类（Safety）、交通效率类（Traffic Efficiency）以及信息服务类（Infotainment/Telematics）。表 2 给出本报告考虑的智能网联汽车应用场景。

表 2 智能网联汽车 C-V2X 应用场景

应用场景		优先级		实现方式
		基本	扩展	
交通安全	前向碰撞预警	√		V2V
	跟车过近提醒（区别于 FCW，发生在 FCW 之前）		√	V2V
	RSU 提醒碰撞（V2V 不可能的情况下）		√	V2I
	碰撞不可避免告警		√	V2V/V2I
	左转辅助/告警	√		V2V
	汇入主路辅助/碰撞告警	√		V2V
	交叉路口碰撞告警(有信号灯/无信号灯/非视距等，存在路边单元)	√		V2I
	交叉路口碰撞告警(有信号灯/无信号灯/非视距等，不存在路边单元)	√		V2V
	超车辅助/逆向超车提醒/借道超车	√		V2V
	盲区告警/换道辅助	√		V2V
	紧急制动预警(紧急电子刹车灯)	√		V2V
	车辆安全功能失警告警	√		V2V
	异常车辆告警（包含前方静止/慢速车辆）	√		V2V
	静止车辆提醒（交通意外，车辆故障等造成）	√		V2V
	摩托车靠近告警		√	V2V/V2P
	慢速车辆预警（拖拉机，大货车等）		√	V2V
	非机动车（电动车，自行车等）靠近预警		√	V2P
	非机动车（电动车，自行车等）横穿预警/行人横穿预警	√		V2P

	紧急车辆提示	√		V2V/V2I/V2N
	大车靠近预警		√	V2I
	逆向行驶提醒（提醒本车及其他车）		√	V2V
	前方拥堵/排队提醒		√	V2I/V2V/V2N
	道路施工提醒		√	V2X
	前方事故提醒		√	V2I
	道路湿滑/危险路段提醒（大风，大雾，结冰等）	√		V2I
	协作信息分享（危险路段，道路湿滑，大风，大雾，前方事故等）		√	V2I
	闯红灯(黄灯)告警	√		V2I
	自适应近/远灯（如会车灯光自动切换）		√	V2V
	火车靠近/道口提醒		√	V2I/V2P
	限高/限重/限宽提醒		√	V2I
	疲劳驾驶提醒		√	V2V
	注意力分散提醒		√	V2V
	超载告警/超员告警		√	V2N/V2P
交通效率	减速区/限速提醒（隧道限速、普通限速，弯道限速等）	√		V2I/V2N/V2V
	减速/停车标志提醒（倒三角/“停”）		√	V2I
	减速/停车标志违反警告		√	V2X
	车速引导	√		V2I/V2V/V2N
	交通信息及建议路径（路边单元提醒）		√	V2I/V2N
	增强导航（接入 Internet）		√	V2N/V2I
	商用车导航		√	V2N
	十字路口通行辅助		√	V2V/V2I/V2N
	专用道动态使用（普通车动态借用专用车道）/专用车道分时使用（分时专用车道）/潮汐车道/紧急车道		√	V2I
	禁入及绕道提示（道路封闭，临时交通管制等）		√	V2I
	车内标牌	√		V2I
	电子不停车收费	√		V2I
	货车/大车车道错误提醒（高速长期占用最左侧车道）		√	V2I
	自适应巡航（后车有驾驶员）		√	V2V
	自适应车队（后车无驾驶员）		√	V2V
信息服务	兴趣点提醒		√	V2I/V2V
	近场支付	√		V2I/V2N
	自动停车引导及控制	√		V2I/V2N
	充电站目的地引导（有线/无线电站）		√	V2I/V2N
	电动汽车自动泊车及无线充电		√	V2I/V2N
	本地电子商务		√	V2I/V2N
	汽车租赁/分享		√	V2I/V2N
	电动车分时租用		√	V2I/V2N

媒体下载		√	V2I/V2N
地图管理, 下载/更新		√	V2I/V2N
经济/节能驾驶		√	V2X
即时消息		√	V2V
个人数据同步		√	V2I/V2N
SOS/eCall 业务	√		V2I/V2N
车辆被盗/损坏 (包括整车和部件) 警报	√		V2I/V2N
车辆远程诊断, 维修保养提示	√		V2I/V2N
车辆关系管理(接入 Intenet)		√	V2I/V2N
车辆生命周期管理数据收集		√	V2I/V2N
按需保险业务 (即开即交保等)		√	V2I/V2N
车辆软件数据推送和更新		√	V2I/V2N
卸货区管理		√	V2I/V2N
车辆和 RSU 数据校准		√	V2I
电子号牌		√	V2I

2.1.2. C-V2X 基础业务场景

在国内 C-V2X 产业的发展中, 通过标准的研究, 行业内多家车企、C-V2X 供应商、交通部门、科研机构依据技术成熟度、应用价值以及可实现性准则, 定义了如表 3 所示的 17 个 C-V2X 基础业务场景, 为当前 C-V2X 技术的应用提供了一个可信的模板。

在基础业务场景阶段, 大部分应用的实现都基于车辆、道路设施等参与者之间的实时状态共享。在利用 C-V2X 信息交互实现状态共享的基础上, 再自主进行决策或辅助。

表 3 C-V2X 基础业务场景

序号	类别	通信方式	应用名称
1	安全	V2V	前向碰撞预警
2		V2V/V2I	交叉路口碰撞预警
3		V2V/V2I	左转辅助
4		V2V	盲区预警/变道辅助
5		V2V	逆向超车预警
6		V2V-Event	紧急制动预警
7		V2V-Event	异常车辆提醒
8		V2V-Event	车辆失控预警
9		V2I	道路危险状况提示
10		V2I	限速预警
11		V2I	闯红灯预警
12		V2P/V2I	弱势交通参与者碰撞预警
13	效率	V2I	绿波车速引导
14		V2I	车内标牌

序号	类别	通信方式	应用名称
15		V2I	前方拥堵提醒
16		V2V	紧急车辆提醒
17	信息服务	V2I	汽车近场支付

2018 年 11 月，中国智能网联汽车产业创新联盟、IMT-2020(5G)推进组 C-V2X 工作组、上海国际汽车城（集团）有限公司联合主办的 V2X“三跨”互联互通应用展示，由不同的车企、LTE-V2X 终端和芯片模组互相交叉，对 7 个典型的车-车、车-路应用场景进行了集中演示，包括：车速引导、车辆变道/盲区提醒、紧急制动预警、前向碰撞预警、紧急特殊车辆预警、交叉路口碰撞预警和道路湿滑提醒。为推动基础业务场景的产业化落地打下了坚实的基础。

2.1.3. C-V2X 增强业务场景

与此同时，随着基础业务场景的逐步推广和应用落地，产业界开始越来越多地关注车联网和智能网联汽车、智慧道路三者协同为驾驶安全、交通效率以及新型出行服务带来的重大影响。这些改变主要来源于两个方面，首先是细粒度的信息感知和实时信息交互的革命，其次是为协同控制提供了可能。

一方面，C-V2X 与智能网联汽车相结合，能有效地提高交通系统例如道路、交通控制系统等的感知粒度、信息实时双向交互的能力；另一方面，C-V2X 能提升智能网联车辆本身的感知、协同控制能力，对驾驶环境的感知范围在时间和空间方面都有长足的拓展。车-路-云协同促使未来车联网业务演进将从四个方面持续推进：出行发生端的共享出行业务，出行阶段的安全出行和交通效率两类业务，以及贯穿整个出行过程的信息服务类业务。

因此从总体上看，C-V2X 下一阶段的增强业务场景在保证驾驶安全的基础上，对于效率出行的业务将逐渐增加；从个性上看，安全出行和效率出行会向精细化方向发展，信息服务业务则继续作为其他业务的载体与其他业务互相融合，协同支持各种增强的车联网业务。业务的融合与精细化、智能化演进对增强的 C-V2X 车联网系统以及应用层消息交互都提出了新的要求。

当前产业界正逐步提出并对以下增强的业务场景进行定义、研究和应用探索，如表 4 所示。

表 4 C-V2X 增强业务场景

序号	增强的业务场景	通信模式	场景分类
1	协作式变道	V2V	安全
2	协作式匝道汇入	V2I	安全
3	协作式交叉口通行	V2I	安全
4	感知数据共享/车路协同感知	V2V/V2I	安全
5	道路障碍物提醒	V2I	安全
6	慢行交通轨迹识别及行为分析	V2P	安全
7	车辆编队	V2V	综合
8	特殊车辆信号优先	V2I	效率
9	动态车道管理	V2I	效率
10	车辆路径引导	V2I	效率
11	场站进出服务	V2I	效率/信息服务
12	浮动车数据采集	V2I	信息服务
13	差分数据服务	V2I	信息服务

2.1.4. C-V2X 应用标准

1. GB/T 31024.3《合作式智能运输系统 专用短程通信 第3部分：网络层及应用层技术要求》

该标准由全国智能运输系统标准化技术委员会（SAC/TC 268）提出并归口。该标准应用层部分，定义了支撑 C-V2X 基础业务场景的应用层消息集。

2. GB/T 《道路交通信号控制系统通用技术要求》（报批稿）

该标准由全国道路交通管理标准化技术委员会（SAC/TC 576）提出并归口。该标准规定了道路交通信号控制系统的系统结构、中心控制软件功能要求、性能指标、通信要求、安全要求、测试要求、运维管理等内容。

3. 《道路交通信号控制机信息发布接口规范》（送审稿）

该标准由全国道路交通管理标准化技术委员会（SAC/TC 576）提出并归口。该标准规定了道路交通信号控制机与车联网平台进行信息交互的数据项、数据格式、通讯规程。数据类别包括：信号控制状态、动态交通标识、信号控制参数、交通状态、车辆上报信息。

4. T/CSAE 53-2017《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准》

该标准由中国汽车工程学会提出并归口。该标准定义了 17 个 C-V2X 基础业务场景，

及支撑这些业务场景的应用层消息集标准，定义了 BSM、RSM、MAP、SPAT、RSI 五个基础交互消息。

5. 《基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求》（报批中）

该标准由中国通信标准化协会和中国智能交通产业联盟提出并归口。该标准基于行业对 C-V2X 基础业务场景的讨论和实践，对 T/CSAE 53-2017 中的应用层定义的 5 类基础交互消息进行了扩展和修订，以更好地适应当下的应用需求和量产市场。

6. T/ITS 0097-2017《合作式智能运输系统 增强应用集》

该标准由中国智能交通产业联盟提出并归口。该标准规定了合作式智能运输系统增强应用集的典型应用场景、术语、基本性能要求和数据交互需求等内容。

7. 《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准 第二阶段》（起草中）

该标准由中国汽车工程学会和中国智能交通产业联盟提出并归口。该标准在 T/CSAE 53-2017 提出的第一阶段基础业务场景和交互数据集基础上，研究第二阶段的增强应用和交互数据标准，以适应 V2X 业务需求以及底层通信技术的演进。

8. 《营运车辆 车路交互信息集》（已报批）

该标准由全国智能运输系统标准化技术委员会（SAC/TC 268）提出并归口。该标准规定了营运车辆车路协同架构、车路交互场景、车路交互信息集结构、编码原则和方法以及编码，适用于营运车辆车路交互的车载设备、路侧交互设备、中心系统等产品应用，适用于高速公路、普通公路及城市道路行驶环境中的行驶环境。

2.1.5. 综合评估

目前，各行业协会和标准化组织针对 C-V2X 的基础应用场景定义了较为完善的标准，但这些标准尚未进行大规模测试，技术成熟度仍有待验证。而针对增强业务场景的标准尚在研究阶段，还需各行业共同协作制定。

此外，C-V2X 产业化应用场景尚未达成共识，还需汽车、交通、公安和通信等行业共同协作，明确各行业需求及发展规划，综合考虑 C-V2X 的技术成熟度、部署可行性、实施迫切性，选择行业亟需场景首先进行产业化部署。

2.2. 通信标准/频谱

2.2.1. C-V2X 标准

C-V2X 标准主要分为各个层（包括消息层、网络层和接入层）的协议规范、安全标准以及对应的技术要求规范。图 2 给出了 C-V2X 协议栈示意。

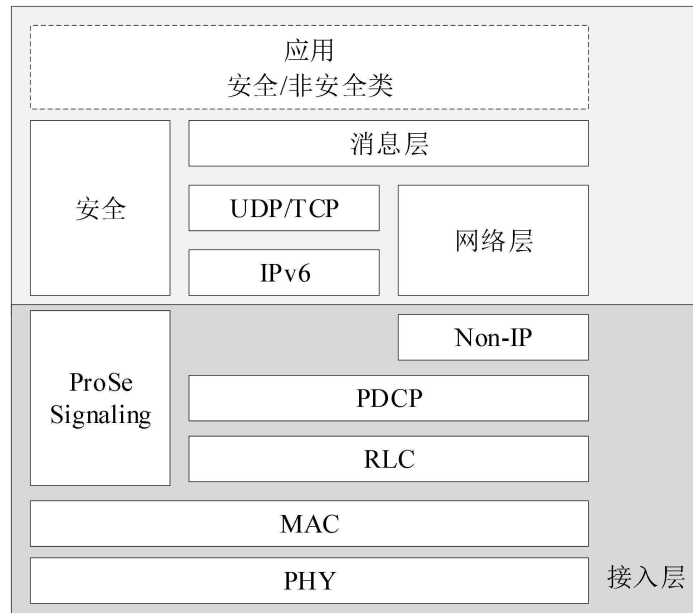


图 2 C-V2X 协议栈

表 5 给出了 C-V2X 相关标准的列表，接下来本节将针对这些标准作进一步阐述。

表 5 C-V2X 相关标准列表

标准分类	标准名称	标准等级	标准组织	状态
接入层协议	基于 LTE 网络的车联网无线通信系统总体技术要求	行标/国标	CCSA/TC485	发布/立项
	基于 LTE 的车联网无线通信技术空中接口技术要求	行标/国标	CCSA/TC485	发布/立项
网络层协议	合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准	团标	C-SAE/C-ITS	发布
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求	行标	CCSA	报批稿
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层测试方法	行标	CCSA	报批稿
消息层协议	合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准	团标	C-SAE/C-ITS	发布
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求	行标	CCSA	报批稿
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层测试方法	行标	CCSA	报批稿
安全标准	基于 LTE 的车联网通信 安全技术要求	行标	CCSA	稿
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证技术要求	行标	CCSA	起草
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证测试方法	行标	CCSA	起草
技术要求规范	基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的车载终端设备技术要求	行标	CCSA	报批稿
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直接通信的车载终端设备测试方法	行标	CCSA	报批稿

基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直接通信的路侧设备技术要求	行标	CCSA	报批稿
基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直接通信的路侧设备测试方法	行标	CCSA	报批稿
基于 LTE 的车联网无线通信技术 基站设备技术要求	行标	CCSA	报批稿
基于 LTE 的车联网无线通信技术 基站设备测试方法	行标	CCSA	报批稿
基于 LTE 的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求	行标	CCSA	报批稿
基于 LTE 的车联网无线通信技术 核心网设备测试方法	行标	CCSA	征求意见稿
基于 LTE 的车联网无线通信技术 直接通信系统技术要求	团标	C-SAE/ C-ITS	送审稿
基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求	国标	NTCAS	起草

2.2.1.1. 接入层协议

支持 LTE-V2X 的 3GPP R14 版本标准已于 2017 年正式发布，能够满足安全和效率提升等辅助驾驶应用以及低级别自动驾驶应用的需求；第二阶段支持 LTE-V2X 增强（LTE-eV2X）的 3GPP R15 版本标准于 2018 年 6 月正式完成，在 R14 版本标准基础上进一步提升了直通模式的可靠性、数据速率和时延性能，以满足车辆编队行驶等部分高级别车联网业务的需求；第三阶段支持 5G-V2X 的 3GPP R16 版本标准于 2018 年 6 月启动研究，将与 LTE-V2X/LTE-eV2X 形成互补关系，面向人车路协同和高级别自动驾驶等更先进的高级别车联网业务，预计 2020 年完成。

我国通信、交通、汽车等领域的行业协会和标准化组织积极开展 LTE-V2X 标准协议栈各层面的技术标准制定，包括总体技术要求、空中接口技术要求、应用消息集、信息安全等。目前 CCSA 和 C-ITS 已经完成了基于 3GPP R14 版本的行标和团体标准制定工作，包括《基于 LTE 的车联网无线通信技术 总体技术要求》和《基于 LTE 的车联网无线通信技术 空中接口技术要求》。这两项标准给出了基于 3GPP R14 版本的 LTE-V2X 的总体业务和技术要求、系统架构、基本功能以及基本协议技术要求，包括物理层、MAC 层、RLC 层、PDCP 层、RRC 层及相关过程要求。目前这两项标准均已经发布。

2.2.1.2. 网络层协议

CCSA 和 C-ITS 目前正在制定《基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求》，CCSA 还制定了配套的测试方法《基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层测试方法》，该标准规定了 C-V2X 网络层相关协议技术要求，包括短消息协议、应用注册、业务管理以及业务公告等。目前该标准已经完成报批稿，即将发布。

2.2.1.3. 消息层协议

2016 年 CAICV 和 C-ITS 制定完成了中国第一个应用层规范《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准》，该规范规定了 5 个车-车、车-路直接通信的消息定义和 ASN.1 编码文件，包括：BSM 消息、RSM 消息、RSI 消息、SPAT 消息和 MAP 消息。随后，CCSA 和 C-ITS 在 C-V2X 标准体系下，以上述标准为基础，制定了《基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求》以及《基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层测试方法》（CCSA），对上述标准进行了进一步增强和完善。目前该标准已经完成报批稿，即将发布。与此同时，第二阶段应用层和消息字典相关的工作也已经展开讨论，相关项目在 CAICV、C-ITS、CCSA 和 IMT 2020 并行开展，以期为中国 V2X 的产业进一步发展提供扎实的技术基础。

2.2.1.4. 安全标准

CCSA 制定了《基于 LTE 的车联网通信安全技术要求》，该标准已经完成报批稿，即将发布。该标准规定了 V2X 通信安全的总体技术要求、接口安全要求和安全过程。其中涉及到证书格式，目前该规范只涉及到了显示证书格式，而未对隐式证书做任何要求和讨论。这一块工作目前还处于缺失，有待进一步开展进一步工作。

对于证书管理，CCSA 最近立项了行业标准《基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证技术要求》以及配套的测试方法《基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证测试方法》，该规范旨在制定证书管理、相关数据接口以及流程等技术要求。

2.2.1.5. 技术要求规范

技术要求规范是在上述协议规范基础之上进一步对设备或者 V2X 通信系统提出功能和性能相关技术要求。

CCSA 制定了针对接入层的设备和系统的技术要求，包括《基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的车载终端设备技术要求》、《基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备技术要求》和对应的测试方法《基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的车载终端设备测试方法》、《基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备测试方法》。针对 V2N 通信，CCSA 还制定了《基于 LTE 的车联网无线通信技术 基站设备技术要求》和相应的测试方法《基于 LTE 的车联网无线通信技术 基站设备测试方法》，以及《基于 LTE 的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求》和相应的测试方法《基于 LTE 的车联网无线通信技术 核心网设备测试方法》。这系列针对接入层的设备技术要求均已形成报批稿。

针对整体 V2X 通信系统，CAICV 和 C-ITS 目前正在制定针对第一阶段 5 个消息（BSM、RSM、RSI、SPAT 和 MAP）的直接通信系统技术要求《基于 LTE 的车联网无线通信技术 直接通信系统技术要求》，目前该标准处于起草阶段。与此同时，全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分委会（SAC/TC114/SC34）也正在制定车载信息交互系统标准《基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求》。

2.2.2. C-V2X 频谱

为促进我国 C-V2X 技术发展和产业化加速，2016 年工业和信息化部批准将 5905-5925MHz 频段作为 LTE-V2X 试验频段，产业界在该频段开展了充分的频率试验。2018 年 6 月 27 号，工业和信息化部无线电管理局公开征求对《车联网（智能网联汽车）直连通信使用 5905-5925MHz 频率的管理规定（征求意见稿）》的意见，随后在 2018 年 10 月 25 号正式发布了《车联网（智能网联汽车）直连通信使用 5905-5925MHz 频段管理规定（暂行）》¹。规划 5905-5925MHz 作为基于 LTE-V2X 技术的车联网（智能网联汽车）直连通信的工作频段，规定了频率许可、无线电台执照、无线电发射设备型号核准、对现有合法业务保护准则、车联网（智能网联汽车）直连通信无线电设备技术要求（信道带宽（20MHz）、发射功率限值（EIRP）、载频容限、邻道抑制比、频谱发射模板等），标志着我国 LTE-V2X 正式进入产业化阶段，为我国 C-V2X 基本安全业务的发展奠定了基础。

与此同时，CCSA 和 Future Forum 已经立项开展针对 5G-V2X 频谱的相关工作，并和包括 NTCAS、C-ITS、CAICV 等国内各相关标准化组织和联盟共同开展工作，研究包括频谱需求、候选频段（5.9GHz 等）等问题，一方面配合我国在 WRC19 相关议题上的工作，另一方面也为我国 C-V2X 支持自动驾驶等先进业务铺平道路。

2.2.3. 综合评估

目前我国 C-V2X 标准已经覆盖了接入层、网络层、消息层和安全等核心技术，标准体系已初步形成，还需要将正在进行的相关标准工作尽快完成。进一步地，还需要在 C-V2X 应用功能安全、C-V2X 与 ADAS 系统融合相关标准方面开展研究工作。与此同时，积极开展下一阶段针对更高级别应用的相关技术研究，制定相关标准。

2.3. 车载终端

2.3.1. 现状概述

车载终端是指在车内提供无线通信能力的电子设备，是构成车联网的关键节点。目

¹<http://www.miit.gov.cn/newweb/n1146295/n1146592/n3917132/n4062354/c6482424/content.html>

前车载终端（T-Box）主要通过 3G/4G/5G 蜂窝通信网络与车联网云平台连接，提供车载信息和娱乐服务，满足人们在车内的信息娱乐需求。新一代 V2X 车载终端将集成 C-V2X 技术，可以实现车与车、车与路、车与人、车与云平台之间的全方位连接，提供交通安全，交通效率和信息服务三大类应用。

从产业架构的角度来看，车载终端主要包括通信芯片、通信模组、终端设备、V2X 协议栈及 V2X 应用软件。目前，国内外厂商发挥自己的优势，均在产业链中的各个环节推出了相应的产品，使得整个产业架构日趋完善，产业活力大大提高。车企可以根据自身的实际情况，从整个产业链中选择符合自身需要的合作伙伴以及产品服务。

整个车载终端的产业架构包括硬件和软件产业参与者，如表 6 所示。

表 6 车载终端产业架构

产业参与者	提供服务
V2X 应用软件提供商	提供 V2X 应用软件开发和测试服务
V2X 协议栈软件提供商	提供实现终端设备之间互联互通的 V2X 协议软件
终端设备制造商	提供安装在车辆中，将通信模组以及其他电路集成的设备，又称 OBU
通信模组制造商	提供将通信芯片及外围器件集成的通信模组
安全芯片制造商	提供符合国密算法的安全芯片
通信芯片制造商	提供支持 C-V2X 的通信芯片

2.3.2. 具体情况

2.3.2.1. 通信芯片

华为推出了支持 LTE 和 LTE-V2X 的双模通信芯片 Balong 765。大唐发布了 PC5 Mode 4 LTE-V2X 自研芯片。高通发布支持 PC5 单模的 9150 LTE-V2X 芯片组。三大厂商相继推出量产型芯片，意味着 LTE-V2X 技术不再只是存在于演示状态，量产成为了可能。

2.3.2.2. 通信模组

通信模组是将通信芯片和一系列的外围芯片，比如存储器，射频前端集成在一起，并提供标准接口的功能模块。终端制造商选用支持 LTE-V2X 的通信模组，能够更容易实现终端的开发和生产，在成本和性能上达到比较好的效果。华为推出了基于 Balong 765 芯片的 LTE-V2X 商用车规级通信模组 ME959。大唐提供基于自研芯片的 PC5 Mode 4 LTE-V2X 车规级通信模组 DMD31。移远联合高通发布了 LTE-V2X 通信模组 AG15。高

新兴推出了支持 LTE-V2X 的车规级通信模组 GM556A。LTE-V2X 通信模组的商用成熟加速了终端设备的开发进程。

2.3.2.3. 车载终端

车载终端也称作 On Board Unit (OBU)，是实现 LTE-V2X 功能的车载零部件。这个产业参与者众多，竞争也最激烈。国内企业大唐、德赛、东软、华为、金溢科技、千方科技、三旗通信、万集科技、星云互联、中兴、高新兴等均可提供支持 LTE-V2X 的车载终端产品。国外传统 Tier1，如大陆、博世、哈曼、德尔福、LG 等也参与到了 LTE-V2X 车载终端的竞争中。众多企业参与车载终端的市场竞争为车企提供了充分的选择，有利于提升未来 LTE-V2X 车载终端的渗透率。

2.3.2.4. V2X 协议栈

V2X 协议栈在整个终端产业链中属于比较特殊的角色，只是整个产品中共性的一部分软件，提供物理层以上的 V2X 通信协议解析和打包，也包含了安全和管理等功能。一套成熟、高效稳定的 V2X 协议栈软件是 V2X 通信一致性和稳定性的基础。通常车载终端制造商可以有自己的协议栈软件，也可以选择集成业界成熟的三方 V2X 协议栈软件。国内企业东软、星云互联、ASTRI 及国外企业 Cohda Wireless、Savari 等可以为终端模块厂商以及 OEM 提供稳定可靠的协议栈软件以及开发支持服务，也使得不同厂商之间在通信上实现可靠的互联互通。中国标准的通信协议标准已经基本完成，一旦标准成熟，中国标准的协议栈软件也将很快固定下来，从通信角度来说，量产的条件基本具备了。

2.3.2.5. V2X 应用软件

在终端协议完善的前提下，应用程序是 V2X 技术能够发挥作用的又一重要因素，中国 V2X 应用层标准中描述了 17 个 Day 1 的应用场景，涵盖了安全类、效率类和信息类的应用，协议栈或者终端提供商都可以对这 17 个应用场景进行程序开发，这部分产业比较灵活，但是也需要遵从一定的共识，17 个应用中哪些是第一阶段大家应该共同提供的，哪些可以有个体差异的还未达成共识，那些共同的应用需要共同的信息来支撑，需要大家遵守同一发送规则。一旦在应用层面达成共识，快速推进 V2X 技术落地就成为可能。

2.3.2.6. 安全芯片

LTE-V2X 通信对安全要求高，需要采用安全证书和加密机制保证在 PC5 接口上消息通信的安全性，国内标准要求支持国密算法。使用硬件安全芯片可以满足 LTE-V2X

通信的国密算法要求，提供国密算法硬件加速提升运算性能。目前国内华大电子、华大信安、信大捷安等公司均可提供国密安全芯片。

2.3.3. 综合评估

从整个终端产业架构和产业链的角度来说，产业架构逐渐清晰，产业链的上下游参与者也十分丰富，产业充满活力。目前 13 家国内车企联手华为共同发布了 C-V2X 产业落地时间计划，2020 年至 2021 年为中国 C-V2X 产业落地的时间，整个终端产业链进入了高速发展通道。但是在整条产业链落地的过程中还是需要排除一定的阻碍。首先确定标准终稿，这样才能有据可依，其次落实安全芯片才能使得终端能够安全的接入 V2X 网络，确立测试认证主体和流程才能使产业能够尽快落地。

2.4. 路侧设施

2.4.1. 现状概述

路侧设施被定义为 C-ITS 系统的道路子系统中除电子交通设施之外的部分，如图 3 所示。路侧设施主要包括 V2X 系统所定义的路侧单元（RSU）、感知单元和计算决策单元。路侧设施可以与道路子系统、中心子系统、车辆子系统和个人子系统进行数据交互。

路侧单元（RSU）集成 C-V2X 技术，实现路与车、路与人、路与云平台之间的全方位连接，为网联车辆提供交通安全、交通效率和信息服务应用，同时也为交通协同管控、交通运营服务提供有效的手段。

路侧感知单元可由一系列路侧感知设备与处理设备构成，实现对本地交通环境和状态的实时感知，包括信号灯信息、交通参与者信息、交通事件信息、定位信息等。

路侧计算决策单元，在设备端有多种实现方式，可以融合到 RSU 内，可以是本地的 MEC 单元，也可以是区域的计算中心，负责对本地或区域的数据进行处理、存储，以及应用、服务的计算与发布。

路侧电子交管设施主要包含交通信号控制、交通视频监控、交通流信息采集、交通违法监测记录、交通信息发布等类别。

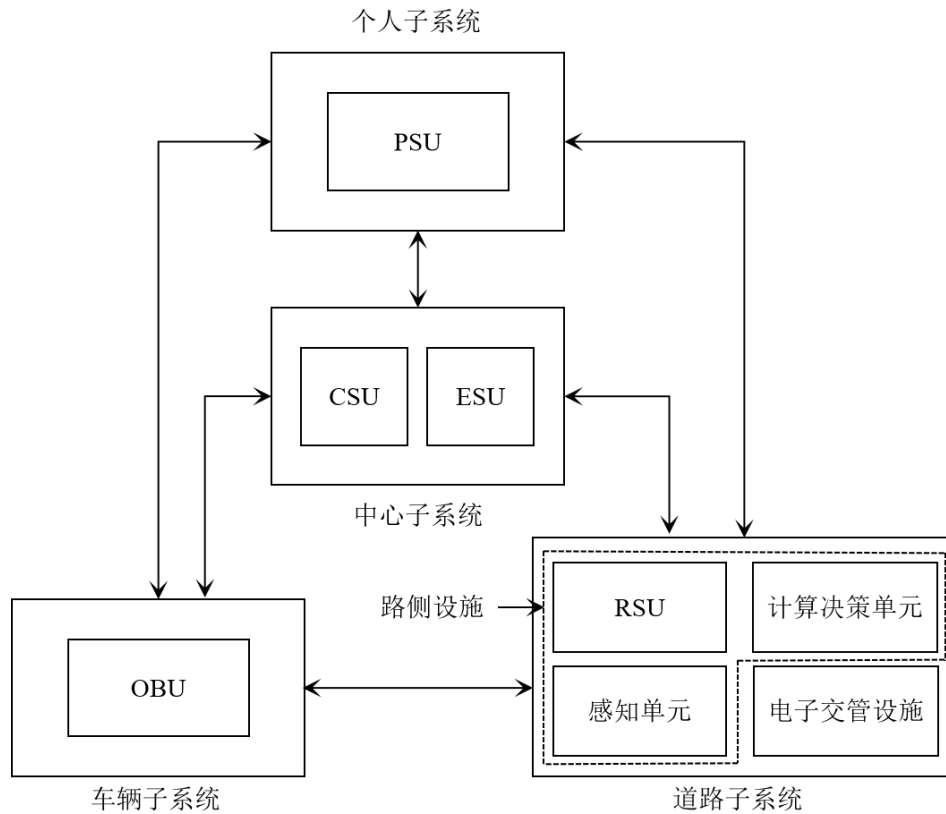


图3 路侧设施与V2X系统

路侧单元（RSU）产业结构主要包括通信芯片、通信模组、单元设备、V2X 协议栈及路端 V2X 应用软件，如表 7 所示。目前，国内外厂商发挥自己的优势，均在产业链中的各个环节推出了相应的产品，使得整个产业架构日趋完善，产业活力大大提高。

表 7 路侧单元产业架构

产业参与者	提供服务
V2X 应用软件提供商	提供 V2X 应用软件开发和测试服务
V2X 协议栈软件提供商	（与车载终端一致）
设备制造商	提供符合路端安装要求的整机软硬件集成设备
通信模组制造商	（与车载终端一致）
安全芯片制造商	（与车载终端一致）
通信芯片制造商	（与车载终端一致）

目前产业各方均在大力推进 C-V2X 业务验证示范，中国移动、大唐、华为等已发布支持 PC5 接口的商用产品，并在无锡、上海等地部署应用，推动整个产业的快速发展。

2.4.2. 具体情况

2.4.2.1. 路侧单元

路侧单元（RSU）是集成 C-V2X 功能的路侧网联设施。区别于车载终端，路侧单

元与中国的交通系统和交通环境有密切的耦合性与相关性。目前的 RSU 供应商主要来自于自主企业，包括大唐、华为、东软、星云互联、金溢科技、千方科技、万集科技等。

2.4.2.2. V2X 应用软件

路侧 V2X 应用软件主要基于本地的信息感知、V2X 交互以及协同决策，通过实现一系列基础单元应用或者基础应用的整合，支撑网联车辆的行车安全、通行效率和信息服务，以及交通管理应用和交通运营服务。

目前阶段，RSU 基于本地的感知信息，通过 RSM/RSI/MAP/SPAT 等消息的广播，能够支撑所有 Day 1 车路应用场景，包括交叉路口碰撞预警、左转辅助、道路危险状况提示、限速预警、闯红灯预警、弱势交通参与者碰撞预警、绿波车速引导、车内标牌、前方拥堵提醒等。

在向后的应用演进中，有更多的车路协同场景的加入，路侧单元在网联系统中会越来越重要。一些由路侧参与的增强型场景，包括协作式变道/汇入/交叉口通行、感知共享、道路障碍物提醒、车辆编队、信号协同优先、局部路径引导、差分数据服务、浮动车数据采集、动态车道管理等，已逐渐投入研发和标准制定。

同时，随着路侧单元在高速、城市道路的部署和实践，更多的面向交通管理和运营服务的集成应用开始落地。包括面向高速公路场景的“两客一危”网联方案、协同式应急响应、特殊区段安全保障、车流引导、不停车收费等，以及面向城市道路的智能网联公交、智能泊车、渣土车管理、区域信号网联协同。此外，面向矿山、码头、景区等特定场景，也逐渐研发不同程度的集成 V2X 应用方案。

2.4.2.3. 路侧交管设施

路侧交管设施主要包含道路交通信号控制、道路交通视频监视、道路交通流信息采集、道路交通违法监测记录、道路交通信息发布等类别。

交通信号控制设施包括道路交通信号控制机、道路交通信号灯、倒计时显示器、配套交通流检测设备及可变车道指示标志等附属设备，其中道路交通信号控制机作为道路交通信号控制的核心设备负责道路交叉口、可变车道、匝道等通行信号的调度与控制。

道路交通视频监视设施包括安装于路口路段、可观察附近路况实时视频的摄像机及安装在高点、可观察区域、交通干道整体路况等大范围区域宏观全景的高点监控摄像机。

路侧道路交通流信息采集设施主要包括环形线圈检测器、视频检测设备、微波\多目标雷达检测设备。环形线圈检测器通过电磁感应原理来采集检测断面的流量、占有率、车头时距等交通流信息，因其布设与维护难度较大，目前逐渐被新型检测器取代。

我国路侧交管设施的标准规范基于现有道路交通管理的业务与功能需求制定，包括交通信号控制机、违法行为取证、交通流信息采集及发布等设施都制定有包括功能技术要求、检测检验方法、相关通信协议等国家或行业标准，如《道路交通信号控制机》（GB 25280-2016）、《道路交通信号控制机与车辆检测器间的通信协议》（GA/T 920-2010）、LED 道路交通诱导可变信息标志（GA/T 484-2017）、《道路交通信号灯》（GB 14887-2011）、《道路交通信号倒计时显示器》（GAT 508- 2004）、《LED 道路交通诱导可变信息标志通信协议》（GA/T 1055-2013）、《LED 道路交通诱导可变信息标志》（GA/T 484-2017）、道路车辆智能监测记录系统通用技术条件（GA/T 497-2016）、《公安交通集成指挥平台通信协议 第 2 部分：交通信号控制系统》（GA1049-2013）等。

我国路侧交管设施的标准规范基于现有道路交通管理的业务与功能需求制定，未考虑到车路协同的应用场景与应用需求。随着 V2X 技术的演进与发展，全新的应用场景对路侧交管设施提出新的应用需求，衍生出面向智能网联车辆的信息交互、服务等应用需求。后期规划通过修订现有设施标准、制定新的信息交互接口规范来指导现有路侧交管设施的升级改造，如《道路交通信号控制机信息发布接口规范》（送审稿）规定了信号灯色、控制状态、可变车道功能、交通事件、车辆状态等信息的发布与接收。

交通运输部启动了新一代国家交通控制网和智慧公路试点工作，围绕基础设施智能化、路运一体化车路协同、「互联网+」路网综合服务等六个方向，在北京、福建、广东、河北、河南、吉林、江苏、江西、浙江 9 个省市开展试点工作。

2.4.3. 综合评估

同车载终端相似，路侧终端产业链的上下游参与者也十分丰富，目前支持 C-V2X 的路侧设施产品正在走向成熟。接下来关键也是要加快 C-V2X 芯片和模组的量产，推动车厂和相关道路基础设施安装 C-V2X 模组。因此，在我国 C-V2X 产业布局加快的背景下，积极进行硬件设备、基础设施部署以及推动 V2X 进驻车辆才能够保证 V2X 技术的产业化价值得到合理的体现。此外，还需制定车联网路侧设施统一数据接口规范，进一步规范交通检测设备数据接口和交通管控设备信息推送格式，突破路侧设施之间数据横向通信的壁垒，开放路侧交通管控信息服务，为 C-V2X 产业化部署提供有利条件。

2.5. 通信安全

2.5.1. 现状概述

涉及 C-V2X 的安全包括通信安全、业务应用安全、设备安全、车内系统、智能道路系统安全和数据安全。C-V2X 通信安全包括蜂窝网通信场景安全和直连通信场景安全。

设备安全包括车载设备、路侧设备的固件、接口、软件等安全。车内系统安全包括车内网络、执行器等电子电器系统的接口、协议等安全。智能道路系统安全包括道路设施、信息采集/发布系统、交通监测与控制等安全。数据安全包括道路数据、车辆数据、用户数据的安全和隐私保护。业务应用安全包括基于云平台的业务应用以及基于 PC5 接口的直连通信业务应用安全。除此之外，还可能存在触犯法律的利用 V2X 对智能汽车和智能道路的恶意攻击行为。

当前，欧美等国家已研究并建立了基于公钥基础设施（PKI）技术的 V2X 安全标准体系，同时完成了用于技术验证的通信安全机制和认证管理平台的部署，开展了一定规模的试点认证，部分先发厂商已制定了完整的 V2X 商用路线。我国在 C-V2X 安全相关领域的研究工作尚处于起步阶段，仅立项制定了相关通信安全标准，各主要车厂虽然积极推进 V2X 技术的应用与开发，但是由于 V2X 安全需要在跨行业协同上首先取得明确共识，导致车厂无法确定明确的 V2X 商用路线图。

2.5.2. 具体情况

V2X 安全通信标准方面，标准化组织已针对 V2X 安全制定相关标准。CCSA 已经开展《基于 LTE 的车联网通信安全技术要求》、《基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证技术要求》等标准的制定工作。中国智能网联汽车产业创新联盟成立了信息安全工作组，致力于组织智能网联汽车信息安全标准体系框架研究，制定汽车信息安全相关车载终端技术要求与测试方法。

安全解决方案方面，IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组、中国智能网联汽车产业创新联盟联合整车、通信设备、高校科研机构等多家企事业单位，建立完整的 V2X 通信安全技术解决方案，同时完善安全标准体系，构建“终端—CA 平台—整车”的安全解决方案，并建设应用验证环境。

安全认证平台方面，目前大唐、国汽智联已建成针对 V2X 通信的安全认证平台，可实现对 V2X 消息的签名认证，相关设备厂商已经开始研发与之匹配的 V2X 安全通信终端。2019 年 10 月，“四跨”（跨模组、跨终端、跨车企、跨 CA 安全认证）活动中将展示了 V2X 安全通信方案。

交通运输部于 2007 年依托“十一五”国家科技支撑计划课题建设了“联网电子收费密钥管理与安全认证服务系统”，首先应用在跨区域联网电子不停车收费系统（ETC）之中，实现了非现金安全支付和网络数据交换的互认互信功能。以此系统为基础，交通运输部又先后完成了道路运输电子证件密钥管理系统和城市交通 IC 卡密钥管理系统的

建设和试点发行工作。2013 年交通运输行业密钥管理与安全认证系统通过国家密码管理局的安全性审查，标志着交通运输行业信息安全保障有了“统一平台”，具备向全行业提供密钥管理和安全认证服务的条件。

2017 年 12 月 29 日，由公安部牵头的机动车电子标识八项国家推荐性标准正式发布，于 2018 年 7 月 1 日和 2020 年 1 月 1 日起正式实施。8 项国家标准分别针对机动车电子标识、电子标识读写设备和应用接口规范，从产品设计、生产、试验，到安装、使用的全流程，明确了详细技术要求、安全技术要求和使用规范。汽车电子标识基于无源超高频射频识别技术（RFID），使用大容量国产化芯片及国密算法，是车辆数字化身份可信信源。通过在深圳、天津、江苏等若干城市示范应用，已构建了基于国密算法的部、省、市三级汽车电子身份密钥管理系统，实现数字证书签发、密钥分发和更新以及安全认证机制。全面成熟的汽车电子标识解决方案有望将智慧交管提升到全新高度。

此外，公安部依托无锡车联网示范项目，验证了交通信号控制机的开放数据通信协议和安全认证机制、实时视频调用接口等技术规范和内容，为后续信号控制相关国家标准和车联网 V2I 安全交互技术标准奠定坚实基础。

2.5.3. 综合评估

安全是 C-V2X 产业化的关键，应尽快推动车联网应用安全建设，从威胁分析、安全检测、安全建设、安全运营几个方面构建多维一体化安全服务体系，全面保障车联网应用安全。目前针对 C-V2X 的安全标准、技术尚处于初级发展阶段，建议构建集安全防护标准、评估规范和测试评价为一体的车联网安全防护体系，大力支持车联网专用安全模块的研制，推动加密芯片对国密算法的支持，并研究基于国密算法的假名证书密钥管理机制。

同时，建议明确车联网安全证书管理主体，建立协同统一的安全认证管理平台，确保 V2X 终端之间的互联互通。开展安全测试验证，确保终端、管理平台的安全功能、性能符合标准，依托示范区开展 V2X 安全应用示范，为车联网 V2X 安全应用商业化落地奠定坚实的基础。

2.6. 数据平台

2.6.1. 现状概述

早期车厂通过车联网平台为车主提供车载信息服务，随着用户的增多，逐渐形成了大数据平台，并对车辆历史数据进行大数据分析为第三方提供商业服务或者为政府和公众提供公益服务。互联网企业通过后装设备收集汽车数据，为交通、车辆、使用人提供

解决方案，包括车辆耗油量分析、驾驶诊断、交通拥堵等交通信息。行业主管部门为了实现业务监管通过后装或者前装的形式采集特定车辆（如交通运输部的营运货车监管和营运客车监管、工业和信息化部的新能源车监管、生态环境部的重型柴油车监管）的行驶数据并形成大数据平台。随着自动驾驶技术的兴起，车厂通过车联网平台采集车辆行驶数据为自动驾驶技术的研发提供技术支撑。

随着车联网的快速发展，针对 C-V2X 的数据平台搭建不可或缺，以实现整体车联网的管控和各类通信方式数据的管理和应用。通过数据平台汇聚多源数据，将 V2I/V2V/V2P 等各类应用数据进行深入分析、挖掘，提取关键信息，作出决策，并将决策指令及时推送到车载单元和路侧单元，为 C-V2X 系统高效运行提供必要支撑。此外，通过 C-V2X 数据平台能够实现对接入网络的所有路侧设施、感知设备和智能网联汽车的监管，从全局角度掌握整体车、路运行态势，及时发现异常行为并可提前预警。

目前，车联网数据平台在通信、交通、交管、整车制造、车载设备等行业均有应用，支持 C-V2X 的新兴车联网数据平台也快速发展，并在一些车联网示范区开始部署。车企、TSP 供应商、通信企业以及高校和研究机构在产业研究、标准和学术交流等方面也正在开展相关研究工作。

2.6.2. 具体情况

目前，车联网数据平台根据其应用行业，可以分为：交通行业数据平台、交管行业数据平台、通信行业数据平台、整车制造企业数据平台、设备制造行业、示范区数据平台、科技企业数据平台等。

1. 行业数据平台

交通行业数据平台主要围绕交通监测与信息服务，致力于交通管理、道路运输和应用服务，例如：全国道路货运车辆公共监管与服务平台、全国重点营运车辆联网联控系统、精细化路网运行监测系统、智慧路网运行指数系统等已应用于交通运输部交通运输综合应急指挥中心，在路网运行监测、交通管理中发挥着重要作用。交通运行趋势预测系统已在部级、省级、市级、高速公路公司、商业企业等的路网运行预测中成功应用。

交通安全综合服务管理平台可动态发布交通管制、安全宣传、警示教育等信息，对机动车、驾驶员实现综合管理。例如：可提供感知与控制交通设施数据的路侧协同管理服务，包括：精细化路网运行监测系统、智慧路网运行指数系统、路面设施压力监测系统、交通大数据环保监测系统、交通运行趋势预测系统、交通拥堵机理分析与辅助决策系统、重大活动与突发事件应急保障系统、出行信息服务系统等。业务服务范围覆

盖实时监测、未来预测、分析与辅助决策、应急保障、出行服务等。

智慧公交智能调度可视化决策平台通过对公交车的视频监控和运营调度，实现对公交车辆、人员和线路运营的精细化、数字化、智能化管理，从而提高公交企业的运营效率和服务质量，降低运营的成本，提高公交企业的核心竞争力，吸引公众选择公交出行。包括：公交基础运营管理、公交运行监控、公交智能调度、公交运营分析。

智慧高速指挥平台集成了地理信息系统、智能卡口、视频监控的综合应用，实现视频图像资源的信息共享和统一管理，整合视频图像、路网数据等实况信息，实现高速公路及城市道路交通状况远程实时监控。提供数据研判、轨迹分析、轨迹碰撞、套牌分析、异常行为分析等实战功能，提高路网通行效率，合理利用道路资源，缓解道路拥堵状况，实现高速交通管理、调控的精细化。包括：智能卡口分析管理、GIS 道路监控管理。

新能源汽车国家监测与管理平台可对接入平台的新能源汽车进行安全监管分析，包括每日上线的车辆数量、每日不同类别车辆上线情况、新能源汽车总里程、充电热力分布、车辆运行轨迹，以及单个车辆的行驶里程、时长、充电情况等 61 项车辆数据。通过实时能耗监测、节能减排量、故障统计等信息来判断车辆电池容量是否虚标、续航里程与宣传里程是否一致。该信息以月报的形式展现，为政府提供宏观政策制定依据，对企业发展提供数据支撑。此外国家平台未来将发布新能源汽车四大指数：安全指数、经济指数、环境适宜性指数和可靠指数。

交通运输部联合中国政府网共同推出中国 ETC 服务官方小程序平台，实现 ETC 线上免费办理、线下送货上门，并向车主提供在线安装教程，自动激活使用。此外，该服务平台未来还将增设高速公路通行费电子发票等功能，满足车主高速公路出行服务需求。

2. 示范区数据平台

智能网联汽车和智慧交通示范工程项目，致力于解决智能驾驶技术和道路交通环境的适应性发展问题，基于车路协同、智能驾驶技术、交通大数据等新技术与新产品应用示范，实验验证与测试评估，研究开发智能驾驶大数据一体化平台。

车联网 C-V2X 数据平台已在“国家智能网联汽车（上海）试点示范区”中应用，为智能网联汽车相关的测试、技术验证与应用场景展示提供了平台侧的能力支撑，可用于路侧信息推送（红绿灯信息等）、车速引导等车联网辅助驾驶场景的测试工作。

北京、上海等车联网示范区积极推进自动驾驶测试数据中心建设，并在此基础上构造虚拟场景库，打造无限化、批量化、自动化、可扩展的虚拟测试场景，提高自动驾驶仿真测试效率。同时，数据中心汇总、分析车辆测试数据，为自动驾驶方案商提供数据

反馈支持。

3. 整车制造数据平台

整车企业车联网大数据分析平台主要通过对传统燃油乘用车的行车数据和车况数据进行大数据分析挖掘,根据 T-Box 采集的车辆行驶与车况数据,构建并训练分析模型,以及为其它系统提供数据分析接口,最终完成车联网大数据分析平台的建设与完善。

整车企业联合系统平台开发商结合 V2X 技术共同建设大数据分析平台,充分利用更多的车联网数据进行分析、决策,提供智能辅助驾驶服务,并为其它系统提供获取模型分析结果数据接口,满足了车联网数据使用者的各需求方,将车联网数据价值达到最大化。例如:江淮汽车搭建了车联网大数据分析平台,实时采集 V2X 数据,为智能辅助驾驶提供决策支持。

4. 网络运营商数据平台

网络运营商与通信设备商、汽车厂商深度合作,致力于推动远程驾驶、智能调度等云网端协同的场景应用。

中国移动在无锡部署了高性能 V2X 应用服务平台,实现与交管信息平台、TSP 及图商平台的交互,实现定位导航服务、交管信息推送、速度引导等多项信息服务功能。中国移动联合华为与上汽、中国联通联合爱立信与驭势先后演示了基于 5G 的远程遥控驾驶能力。

5. 科技企业数据平台

百度、华为、阿里、滴滴等科技企业同国内外的车企、运营商等相关合作伙伴一起致力于基础数据平台的研究和探索。

百度自动驾驶数据集 ApolloScape 包含了目前行业内环境最复杂、标注最精准、数据量最大的三维自动驾驶公开数据集,包含大规模自动驾驶数据集包括感知、仿真场景、路网数据等数十万帧逐像素语义分割标注的高分辨率图像数据,未来进一步涵盖更复杂的环境、天气和交通状况等。

华为云车联网解决方案依托华为“端-管-云”优势,提供包括 IoT、大数据分析、应用使能以及安全管理等服务,面向汽车行业提供场景化解决方案,助力行业数字化转型,让人车生活更智能。业务场景包括:新能源监管、车队管理、UBI 保险、T-BOX 安全辅助驾驶、OBD 安全辅助驾驶、智慧停车。华为云的车联网解决方案被标致雪铁龙集团、一汽集团采用。

东软智慧交通大数据可视化分析研判平台通过对智慧交通各业务系统的集成与数

据融合，实现系统间的关联与交互、信息共享、集成联动以及数据的统一管理，形成智能交通大数据管理体系。同时结合交警业务，实现对交通态势、卡口数据统计、违章综合分析、警力部署、接处警分析、行车轨迹分析等智能交通大数据分析 with 交通指挥的业务，在交通管理业务中实现“缓堵保畅、治安防控、警力管控”三大建设目标，为交通指挥提供有力的智能化支撑，提升工作效率。

2.6.3. 综合评估

当前，车联网数据平台的搭建依托于智能交通及智能网联测试示范区、行业部门、企业建设，为包括 C-V2X 基础设施、通信网络设备、智能网联汽车等在内的车路协同系统提供服务，实现设施设备的全局管控和运行态势监测，从而实现车路协同体系运作的有序和高效。对于智能网联汽车数据平台的整个技术研究和产业化发展来说，目前与公安、交通、交管、应急、气象等管理部门的信息数据平台之间尚未完全实现互联互通，仍处于研究与示范验证阶段。为促进智能网联汽车数据平台的建设，发挥其在智能网联汽车系统中的重要作用，相关企业和机构还需进一步加强协同，聚集行业优势资源，促进不同行业关键信息共享，构建智能网联汽车产业生态伙伴，实现加速推动我国未来智能网联汽车产业化的最终目标。

2.7. 测试验证

2.7.1. 现状概述

随着中国 C-V2X 标准的日趋完善，加速标准落地显得尤为重要，因此急需构建开放统一的测试平台，进行 V2X 相关产品的测试和验证，这是每项标准和技术普及推广的必经阶段。目前全国多地积极开展 C-V2X 实验室及外场测试验证工作，并逐步推广商用，测试覆盖园区、开放道路、高速公路等多种环境。

2.7.2. 具体情况

中国信通院、中汽中心、上机检测等测试机构已建立实验室测试环境，对外提供 C-V2X 应用功能、通信性能、协议一致性等测试服务。各示范区、行业联盟纷纷组织外场测试，验证外场环境下 C-V2X 应用的功能。

1. 实验室测试验证方面

罗德与施瓦茨公司推出符合 3GPP R14 标准的 LTE-V2X 终端测试综测仪（R&S CMW 500），可提供 GNSS 信号并进行 LTE-V2X 数据收发测试。与高通、华为、大唐等芯片模组厂商完成了底层测试验证。未来计划推出认证级的 LTE-V2X 终端协议一致性和射频一致性测试方案。

中国信通院具备完备的 C-V2X 测试验证环境,具备开展 C-V2X 端到端通信的功能、性能、互操作和协议一致性测试验证的能力。IMT-2020 (5G) 推进组 C-V2X 工作组在中国信息通信研究院实验室组织华为、大唐电信、万集科技、金溢科技、星云互联、东软集团等 10 余家终端设备厂商,完成了网络层应用层互操作、协议一致性测试。

中国汽研可提供城市场景测试环境和开放道路场景测试环境设计、C-V2X 应用功能测试规范设计,后续还将推出 C-V2X 开放道路测试规范、C-V2X 平行仿真测试系统,并研究 C-V2X 大规模试验的技术方法和数据规范。

中汽研汽车检验中心(天津)有限公司可提供研发验证及测试评价服务,并支持整车环境下车载终端在蜂窝移动通信频段、全球卫星导航频段和车间通信频段的测试检测。

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司目前正在筹建上海市智能网联汽车用环境感知系统测试技术服务平台,在技术能力上,建设包括毫米波雷达(覆盖 24G 和 77G)、激光雷达、图像识别摄像头、高精度 GPS、高精度 BDS、惯导系统、车联网通讯模块(含 DSRC、LTE-V2X、WIFI、蓝牙等)等智能网联汽车用环境感知系统的测试技术能力,解决智能网联汽车产业化初期,在环境感知系统性能测试及评价手段方面存在的技术缺陷,并最终解决企业在智能网联汽车用环境感知系统存在的需求。

公安部交通安全产品质量监督检验中心根据公安部、国家质量监督检验检疫中心总局的授权认可,履行第三方产品质量监督检测职责,开展国家和行业产品质量监督抽查、开展强制性和自愿性产品认证检测、开展交通执法装备及配套软件、交通安全产品和法定牌证的质量监督检测及现场检查。

2. 外场测试验证方面

国内各示范区均加快部署 C-V2X 网络环境。北京、长沙、上海、无锡、重庆等地建成了覆盖测试园区、开放道路、高速公路等多种测试环境。

无锡示范区构建全球首个城市级开放道路的示范环境,涉及 240 个路口、170 平方公里、5 条快速路、1 段高速公路,全面开放 40 余项交通管控信息,计划于 2021 年实现 1000 个路口、500 平方公里,到 2023 年实现 2000 个路口、1200 平方公里的交通管控信息开放。

上海示范区累计开放测试道路 37.2 公里,部署 25 个 C-V2X 智能路侧终端,计划于 2019 年底部署 300 套以上的路侧智能终端,参与示范车辆达 1 万辆以上,其中 200 余辆安装 C-V2X 直连通信车载单元的背景车。

长沙示范区结合 LTE-V2X 和差分定位,打造了国内首条开放式智慧公交示范线,

已部署 40 套路侧单元，建设了 21 个基站。

上海临港智能网联汽车综合测试示范区拥有核心测试广场、城市道路功能区、高速公路功能区共 4.7 公里道路。能实现行人横穿马路，跟车、前方车辆切出切入等道路动态场景，以及小雨、中雨、暴雨等模式，可以测试 C-V2X 设备在不同环境中的性能和灵敏度。

依托“两部一省”共建国家智能交通综合测试基地，公安部交通管理科学研究所升级覆盖了无锡市主城区 170 平方公里的信号机、RSU、智能标牌等路侧智能化基础设施和通信设施，提供车联网商业化应用验证环境；建设了 36.09 公里的封闭式、半开放测试道路，并开通了全长 4.1 公里的我国首个专门用于自动驾驶测试的封闭高速公路，为企业提供全面的自动驾驶测试服务。

2.7.3. 综合评估

目前国内有很多厂商和机构致力于 C-V2X 技术的研究和推广工作，但 C-V2X 相关测试标准和规范仍在建立和完善中，跨行业的测试认证体系仍需要协同，各个厂商和机构的测试方式和标准不统一。C-V2X 测试验证规范、测试认证体系的建立有待完善和统一，并推动大规模外场测试，支撑 C-V2X 产业化落地。

2.8. 应用示范

2.8.1. 现状概述

车联网封闭及开放环境测试是商用的必经之路，为满足智能网联汽车多场景多环境测试需求，工业和信息化部、交通部、公安部积极与地方政府合作，推进国内示范区建设，据不完全统计，目前全国已经超过 30 个测试示范区，其中包括上海、北京-河北、重庆、无锡（先导区）、杭州-桐乡、浙江、武汉、长春、广州、长沙、西安、成都、泰兴、襄阳等 16 个国家级示范区，涵盖无人驾驶和 V2X 测试场景建设、LTE-V2X/5G 车联网应用、智慧交通技术应用等功能，提供涉及安全、效率、信息服务、新能源汽车应用以及通信能力等的测试内容。

此外，国内相关产业组织，如整车企业、设备厂商、通信运营商、高校、科研院所、政府等，加强产学研政合作，推进 V2X 示范区域建设，如：奇瑞汽车在安徽省建设完成了 V2X 示范道路，江淮汽车实现了合肥园区内的网联化改造，长安大学在其综合性能试验场建成了自动驾驶测试基地等。

2.8.2. 具体情况

除已经建成的智能网联汽车/车联网示范区外²，目前正在建的具有代表意义的示范区情况如下：

1. 无锡车联网（LTE-V2X）城市级示范应用项目

2019 年 5 月，工信部批复支持创建江苏（无锡）车联网先导区，无锡市成为全国首个获批国家级车联网先导区的城市，标志着无锡市在车联网规模化应用试点方面迈出重要的一步。无锡市将以国家级车联网先导区为契机，在现有示范基础上进一步扩大应用范围，着力建设车联网（LTE-V2X）城市级示范应用项目。2019 年底，完成无锡市主城区 5 条高架路、1 条省级公路、1 条高速公路、400 个交叉路口的 C-V2X 网络覆盖；至 2020 年，完成覆盖城市主要区域的车联网基础设施改扩建工作，完成路侧设备的升级，建成可视化运维系统，基本打造基于“人-车-路-云”系统的城市智慧交通体系；力争在 2022 年左右，在无锡全市范围实现车联网的全覆盖，为商业化推广应用提供基础环境同时，打造集创新探索、规模应用、功能测试、商业应用于一体的车联网环境。此外，还将全面开展车联网商用场景验证和推广，结合车联网城市级示范应用项目建设的平台，进一步完善身份认证、安全防护、路侧边缘计算设备等基础设施，支持公安交管、交通、环保等部门开展各种综合监管应用。

无锡先导区的建设单位不仅有公安部交通管理科学研究所、中国信息通信研究院、华为公司、无锡市公安交警支队、中国移动无锡分公司、无锡智慧城市建设发展有限公司、江苏天安智联有限公司等核心成员，还集聚了 20 多家不同领域的合作伙伴，将发挥城市产业和资源优势，优化区域布局，支持车联网产业链上下游协同创新。

无锡车联网城市级示范应用项目建成后，将成为全球第一个城市级的车路协同平台，并将赢得多个全球第一：全球第一个开放道路的车路协同应用场景示范区，全球第一个规模化真实用户的 V2X 应用示范区，全球第一个快速优质的 LTE-V2X 网络覆盖的城市，全球第一个车联网应用商业示范城市。

2. 北京市智能网联汽车示范运行区（首钢园）

2019 年 2 月，北京市智能网联汽车示范运行区（首钢园）正式启动。“首钢园”成为无人车集中测试的实验田，将打造全国首个智能网联汽车示范运行区。“首钢园”将重点推进智能网联汽车技术产业化、加快建设智能路网设施、建成满足超大城市出行需求的交通云、率先建设 5G 车联网、大力发展高精度地图产业。

² 详见《中国智能网联汽车测试示范区发展调查研究》。

2018 年 10 月，首钢集团与多家合作伙伴签约共建“首钢园”自动驾驶服务示范区。与清华大学汽车工程系合作，开展自动驾驶场景规划和科技冬奥项目示范；与京东、美团点评、智行者、新石器在无人物流服务等领域开展合作；与中国联通等单位合作，建设基于 5G 的自动驾驶和车联网基础设施。“首钢园”自动驾驶服务示范区项目将重点研究园区内无人客车、无人清扫车、无人物流车等 7 种类型无人驾驶车辆的自动驾驶路线，研究测试范围面向园区内部道路、冬奥广场及场馆周边。此外，研究目标还涉及自动驾驶专用车道规划、智能交通信号灯、智慧道路、智能停车位、无线充电车位等。

3. 杭绍甬高速公路

杭绍甬高速公路全长约 161 公里，规划双向 6 车道，将是中国首条“超级高速公路”，具备智能、快速、绿色、安全四大要素，规划于 2022 年杭州亚运会之前通车。

在这条超级高速公路上，将构建人车路协同综合感知体系，构建路网综合运行监测与预警系统，通过智能系统、车辆管控，有效提升高速公路运行速度。近期主要支持货车编队行驶，在现有收费系统基础上兼顾自由流收费。远期基于高精定位、车路协同、无人驾驶等，将实现构建车联网系统，全面支持自动驾驶。

2.8.3. 综合评估

在工业和信息化部、交通运输部、公安部、发改委等多部门积极推动下，目前已形成部省合作示范区建设模式。示范区功能逐步丰富，从最初以测试为主，逐步发展到多应用场景示范；从示范点、示范区建设向综合性、城市级车联网先导区建设转变。这些示范区能促进智能网联汽车产业更快发展，为未来车联网的全国普及奠定了良好的基础。

未来还需政府主导推进大规模、城市级的示范，分析车联网对交通安全、交通效率的实际影响，推动实现不同设备厂商之间的互联互通，验证标准协议，建立车联网新型平台，推动不同行业信息共享，提高车联网的应用效果，探索示范运营区、车联网先导区与智慧城市建设。

3. C-V2X 产业化部署与技术演进

我国 C-V2X 产业发展尚处于起步阶段，在现有 C-V2X 技术标准基本完成、产品日趋成熟的基础上，为加快促进 C-V2X 实现商业化部署应用，仍需要汽车、信息通信、交通等行业能够加强协同，政府、行业组织和企业加强联系，共同解决大规模测试验证、安全认证等众多技术问题，以及车辆和交通基础设施部署、数据平台搭建等产业化推进问题。

3.1. 应用场景

3.1.1. 应用场景的重要性

当前，C-V2X 已成为汽车、通信、交通各行业的热点，且产业化条件已经初步具备，但产业化部署仍缺少“临门一脚”。究其原因，C-V2X 的产业化部署是一个大的系统工程，需要汽车、通信、交通跨部门的发展规划，对基础设施建设、车载终端搭载率以及标准、测试验证等关键问题做出协同发展的路线图、详细任务目标和计划。在跨部门规划缺失的条件下，交通部门和车辆企业都不敢贸然部署，很容易陷入“先有鸡还是先有蛋”的困局。

应用场景成为实现行业协同的关键节点。只有根据汽车、交通、交管等行业需求，确定各行业都认可的场景，车辆企业和交通管理部门分别依据场景进行车辆和基础设施的部署，使安装了 C-V2X 设备的车辆与安装了路侧基础设施的道路实现有效协同，从车辆和道路两端都能切实从 C-V2X 受益，车企和用户的买单才能“物有所值”，交通部门的基础设施投资才能“物尽其用”。通过实际应用，C-V2X 对交通安全和效率的提升效应逐渐显现，社会对 C-V2X 的接受度不断提升，从而促进车辆搭载率和基础设施建设进一步加快，才能进入 C-V2X 产业发展的良性循环。

通过分析交通、交管、出行等不同行业目前亟待解决的问题，找出 C-V2X 技术与各行业的融合点，明确 C-V2X 应用场景，利用 C-V2X 技术帮助行业解决相关问题。通过分阶段部署方式，可以逐步体现 C-V2X 技术的价值，逐步吸引行业用户共同参与，推进 C-V2X 在技术、产品、用户体验、应用场景、商业模式等多方面的协同创新，打造 C-V2X 完整生态环境，进一步推进 C-V2X 产业化部署进程。

3.1.2. 先期产业化应用场景的选择思路

在 C-V2X 应用场景的产业化路径制定过程中，应以行业需求为导向，面向出行、交通和交管等多个行业需求，结合智能驾驶与车路协同技术的发展趋势，分析具体应用

场景的不同阶段发展路径，结合 C-V2X 技术的发展成熟度，分析应用场景的经济性、不可替代性，合理制定应用场景的部署计划。

1. 提升交通安全和效率的需求

确定 C-V2X 产业化应用场景时，首先以提高交通安全为首要准则，分析目前交通事故中哪些是可以通过 C-V2X 技术有效避免，结合 C-V2X 的技术特点和优势，确定安全类应用部署，保障行车的安全。

以高速公路为例。当前我国高速公路致死率高于普通道路³。究其原因，主要是因为高速公路行车速度快，一旦发生交通事故，高速碰撞对车辆和人员均会造成严重创伤，而且高速公路事故还容易引发次生事故，造成更大的人员伤害。高速公路上的事故形态主要是追尾碰撞、撞静止车辆和撞固定物，图 4 为 2018 年全国高速公路事故形态分布，追尾碰撞、撞静止车辆和撞固定物事故数分别占了事故总数的 35.68%、19.36%和 14.13%，造成的死亡人数分别占总死亡人数的 34.07%、23.37%和 11.41%。针对这些事故形态，C-V2X 都可以发挥巨大的作用。对于追尾碰撞，“前向碰撞预警”和“紧急制动预警”均可提前预知前车与后车速度变化，及时对后车进行预警。对于“撞静止车辆”，多是由于车辆出现异常情况而被迫停在高速公路行车道内，后车由于车速过快或天气原因，导致驾驶员判断滞后，不能及时发现、判断静止车辆从而导致追尾碰撞。“异常车辆提醒”能够提前向后方车辆发出警告，留给后车驾驶员足够的判断时间，采取有效措施避免追尾。对于撞固定物，多是由于道路前方有施工或事故车辆，由于高速公路行驶速度快，驾驶员稍有疏忽不能及时采取制动措施就会酿成大祸，“道路危险状况提醒”能够提前对驾驶员发出警告，避免事故。

³ 根据 2018 年的年报数据，伤亡事故中，全部公路致死率为 0.23，高速公路致死率为 0.31，高速公路以外的普通公路致死率为 0.22。

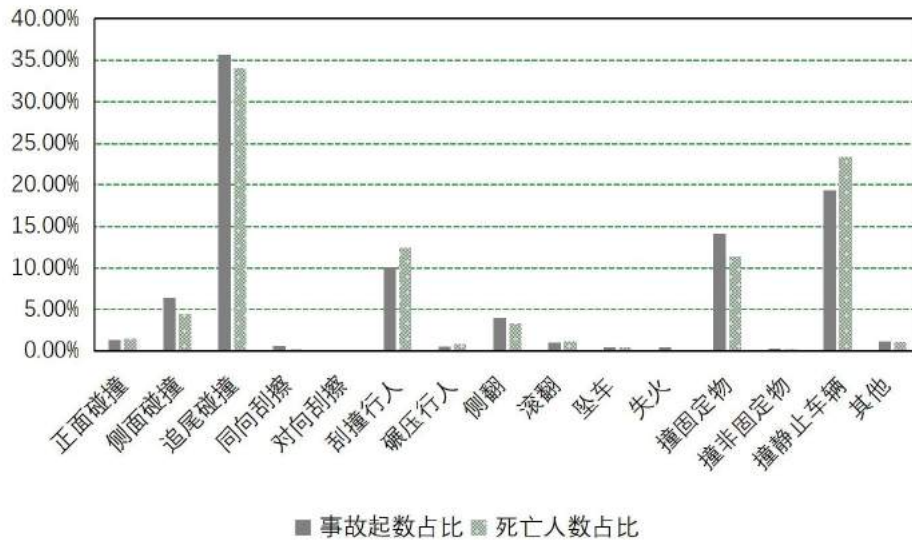


图 4 2018 年全国高速公路各种事故形态导致的事故起数和死亡人数占比情况

其次考虑交通效率。分析 C-V2X 技术在哪些交通运行场景中可有效提高交通效率，以此确定 C-V2X 效率类应用部署计划。交通拥堵问题已经困扰城市出行者很多年，要解决交通拥堵问题，就要客观实际地分析交通拥堵的主要产生原因。

例如事故信息、封路、道路状况、施工等交通突发事件信息无法及时获知，使得出行前无法做出适当的规划，导致拥堵发生。在滴滴 2017 年度城市交通出行报告中就指出，在所有的事件上报中，封路、事故以及施工占据了前三位，这三类信息对于城市中心地区交通密集区域的道路拥堵来说有着至关重要的影响。这些均可通过 C-V2X “前方拥堵提醒” 提前告知驾驶员，以便更好地规划路线。

例如交通信号灯配置不合理是城市交通拥堵的重要原因。红绿灯无法根据目前的状态做出准确的动态调整，也无法准确预测以后的调整方案，使得部分路口常年固定时间拥堵。滴滴出行和济南交警合作，通过移动互联网数据对信号灯配时进行调整和优化，融合滴滴平台的浮动车轨迹，在经十路的山大路到舜耕路的六个路口运用“智慧信号灯”，实现工作日早高峰平均延误时间下降 10.73%，晚高峰平均延误时间下降 10.94%。

2. 部署模式

从 C-V2X 在世界范围内的发展来看，其市场推广大体有两种途径：

1) V2V 模式。不依赖于基础设施的建设，由消费者买单，从基于 V2V 的模式做起。V2V 模式最有效的推动方式是政府进行立法，强制所有车辆安装 V2X 终端。一旦立法生效，V2X 终端的装车率将迅速攀升，当达到一定量级之后，基于 V2V 的整个系统将发挥其作用，V2X 的价值可以得到充分体现。

在纯粹的 V2V 场景下，安全避撞的必要条件是双方都配备 V2V 设备，这就要求 V2V 的搭载率必须达到一定高度。当车辆搭载率处于低水平时，已安装车辆无法获得持续可靠的信息，消费者对 V2X 功能产生怀疑和不信任，将对 V2X 的普及推广产生巨大的负面效应。

2) V2I 模式。先从基于 V2I 的应用做起，由政府主导在有需求的特殊道路环境（例如事故多发路段）先建设具有环境感知和数据交互功能的智能路侧系统，给过往车辆提供安全驾驶和高效通行的一系列服务。在路侧系统的支持下，只要安装了 V2X 设备的车辆，在通过路侧系统覆盖范围时就能获得服务，提升安全性和驾驶平顺性。此外，在智能路侧系统建设的同时，政府也可以在部分对安全要求特别高的营运车辆（如：两客一危）上强制安装车载汽车网联化终端，让它们作为示范率先接受网联化服务。最终，带动车企和普通乘用车车主自发安装车载设备，逐步提高装车率。

V2I 模式依赖于政府对基础设施建设的投入。从消费者的角度，凡是安装了 V2X 设备的车辆，经过安装了路侧基础设施的路段时，路侧系统能够及时将周围车辆、行人、非机动车目标（不管带不带网联化设备）提供给网联化车辆，支持其安全驾驶。根据针对 C-V2X 信息重要性和价值的一项调研结果显示，“红绿灯信息/车速引导”是消费者最希望获取的信息；其次是超视距范围的交通信息，如：易发生事故路段/有遮挡路口处的车辆信息、特殊/紧急车辆信息等。这些应用场景在产业化前期都可以通过部署路边设施来实现，在车载终端未普及之前，可为已安装 V2X 车载终端的用户先行提供服务，从而带动装车率的提升。从政府的角度，道路安全风险、交通拥堵等问题通常分布在一些特定的地点，如交叉口、弯道、盲区、匝道等，政府将智能路侧系统优先布设在这些地点，能够快速大幅提升交通安全和效率，取得立竿见影的效果。

综合以上对 V2V 和 V2I 两种推广方式的比较可以看出，针对我国的实际情况而言，V2I 为主作为 V2X 产业化的切入点，是一条中国特色的有效的途径。部署智能路侧系统，是对传统智能交通系统的一次升级，建设新一代合作式智能交通系统，将极大改善交通系统的安全性，提升交通效率，赋予管理者们更便捷、更有效的交通和车辆管理手段。在 V2I 得到有效推广后，V2X 将得到政府、车企和用户多个层面的支持和推进，装车率将得到快速提升，从而更快推动 V2X 的普及和应用。

3. 技术成熟度

在不同的产业化阶段，基于 C-V2X 技术发展成熟度来确定场景，包括通信标准化情况、通信芯片/模组发展情况、车载和路侧终端研制情况、后端平台和服务保障情况等。

确定 C-V2X 产业化应用部署时，应充分考虑目前 C-V2X 技术发展成熟度，包括标准制定情况，芯片、模组、终端研制和生产情况，产业链支撑情况，应用开发情况，与其他行业衔接情况、数据平台和服务保障情况等。

4. 技术优越性

C-V2X 相比于车载传感器在感知方面的技术优越性体现在两个方面：一是不可替代性，即在某些对象识别上 C-V2X 能够解决车载传感器无法解决的问题；二是优越性，虽然车载传感器也能够感知到，C-V2X 相比传感器具有可靠性、成本、不受天气影响等多种优越性。

从技术不可替代性角度来看，C-V2X 技术可以从时间维度和空间维度提供更多的交通信息，不仅提高单车的感知和决策能力，还能为车辆群体协同感知、决策提供条件。从空间维度上，C-V2X 将成为汽车的“超视距传感器”，感知交叉路口盲区、弯道盲区、车辆遮挡盲区等位置，以及超过传感器视距的较远区域的环境信息，具有雷达、摄像头等传感器所不具备的优势。从时间维度上，基于 C-V2X 技术进行车-车、车-路、路-云实时信息交互和共享，提前获知或预测周边车辆运行、红绿灯等交通控制系统以及气象条件等信息。

从优越性角度来看，C-V2X 技术在部分障碍物识别和交通信息获取方面较传感器具有显著的优势。以交通信号灯识别为例，传统主要依靠摄像头进行识别，由于各地交通信号灯标准不一，需要进行大量的深度算法学习。搭载 C-V2X 设备的车辆识别交通信号灯不仅识别率显著提升，而且能够获取信号灯配时信号，可根据信号灯的预期变化提前做出决策；且通过 C-V2X 识别还具有距离更远，不易受天气、光线或清洁度，以及地形、遮挡物等影响或干扰等多种优势。

3.1.3. 应用场景举例

根据目前 C-V2X 产业链发展现状，结合行业需求，综合考虑 C-V2X 技术成熟度及技术不可替代性，列举高速/快速路、城市/乡镇路网和园区/特定场景中具有产业化部署价值的应用，实际产业化部署并不局限于以下场景。

1. 高速/快速路

● 部署场景及实现方式

表 8 高速/快速路 C-V2X 应用场景举例

序号	场景	实现方式
1	前向碰撞预警	V2V
2	紧急制动预警	V2V
3	道路危险状况提示	V2I
4	协作式匝道汇入	V2I

● 场景定义

【前向碰撞预警】主车在直道或弯道上正常行驶，与在同车道正前方的远车存在追尾碰撞危险时，前向碰撞预警将及时对主车驾驶员进行预警。

【紧急制动预警】主车在直道或弯道上正常行驶，前方远车突然紧急刹车对主车构成潜在威胁时，紧急制动预警将及时对主车驾驶员进行预警。

【道路危险状况提示】主车行驶到潜在道路危险状况（例如：桥下存在较深积水、路面有深坑、道路湿滑、前方急转弯等）路段，存在发生事故风险，对主车驾驶员进行预警。

【协作式匝道汇入】在高速公路或快速道路入口匝道处，路侧单元获取周围车辆信息，通过发送主路车流状态信息及匝道车辆汇入信息，提醒主路车辆避让，引导匝道车辆（尤其是特种车辆，如车身过长或高危险性车辆等）安全、高效地汇入主路。

● 技术成熟度

目前通信芯片、通信模组、终端、路侧单元等各个环节已经成熟。

应用场景算法也较为成熟，能够达到场景要求。

在应用层标准上，一阶段应用层数据交互标准已经成熟且能够支持本场景的应用。

安全方面，安全标准也在快速推进中。

● 不可替代性

车载传感器对本车周围环境的感知上存在感知范围有限（一般有效感知距离最大为200m）、易受天气和环境影响等缺点。而 V2V/V2I 可实现跨地形、不受天气及环境影响、大范围、可靠、低时延的实时车辆信息共享，可以获取相关交通信息，能够很好的应用于高速/快速道路场景。

在 V2I 的方式中，路侧设备拥有更好的感知视野，能够提供更精准更全面的感知数据，使得未搭载感知设备的车辆也可以获得道路的感知信息。同时，路侧设备可以结合道路地图信息，感知信息，车辆上报信息做出决策，引导匝道车辆汇入以及对主路车辆

的提醒。

2. 城市/乡镇路网

● 部署场景及实现方式

表 9 城市/乡镇路网 C-V2X 应用场景举例

序号	场景	实现方式
1	感知数据共享	V2V/V2I
2	闯红灯预警	V2I
3	绿波车速引导	V2I
4	紧急车辆信号优先权/高优先级车辆让行	V2I
5	弱势交通参与者碰撞预警	V2I

● 场景定义

【感知数据共享】车辆在受到前方大车遮挡，或经过有遮挡路段、交叉口时，由于不能探测到潜在冲突的行人、车辆，存在安全风险。附近的路侧单元感知设备或智能车辆通过车车/车路交互，将感知到的交通参与者信息进行共享，有效拓展各自的感知范围，从而提升行车安全性。

【闯红灯预警】车辆在经过有信号控制的交叉口（车道）时，路侧单元将当前信号灯的状态发送给车辆，根据当前车速及信号灯时间判断是否存在闯红灯可能，及时对驾驶员进行预警。

【绿波车速引导】车辆驶向信号灯控制交叉路口，收到路侧单元发送的道路数据以及信号灯实时状态数据，给驾驶员一个合适的建议车速区间，以使得车辆能够经济地、舒适地（不需要停车等待）通过信号路口。

【紧急车辆信号优先权/高优先级车辆让行】主车行驶中，收到紧急车辆或高优先级车辆（消防车、救护车、警车、紧急呼叫车辆）的消息，主车及时避让。路侧单元收到紧急车辆或高优先级车辆的消息后，调度沿线信号灯，开辟绿色通道。

【弱势交通参与者碰撞预警】车辆在行驶中，与周边弱势交通者（行人、自行车、电动自行车等）存在碰撞危险时，对车辆驾驶员进行预警，也可对行人进行预警。可通过 V2P 实现，也可通过 V2I 实现，由路侧单元进行探测、决策并发出提醒。

● 技术成熟度

目前 V2I/I2V 技术在通信芯片、通信模组、终端等各个环节上均已较为成熟。

在应用层标准上，一阶段应用层数据交互标准已经成熟，二阶段应用层数据交互标准正在制定中，能够支持这些场景的应用。

安全标准也在快速推进中。

- 不可替代性

通过传统的感知手段获取信号灯的相位状态，车辆感知设备感知范围有限，易受天气影响且无法解决遮挡问题导致信号灯感知准确度不高，感知不够及时等问题。而路侧设备通过 V2I 的方式向车辆发送信号灯相位状态信息，能够保证信息的可靠性、有效性和低时延，同时结合车辆上报的行驶信息为车辆生成车速引导信息，能够有效避免车辆闯红灯，提高车辆通信效率，优化通行体验。

3.2. 通信设备

3.2.1. 产业化目标

支持 LTE-V2X 通信技术的通信设备实现量产，满足车载和路侧通信设备的规模化商用需求，其中车载通信设备需满足车规级要求，路侧通信设备需具备与现有道路基础设施建立连接的能力。

针对支持 LTE-V2X 通信技术的通信设备在研发、测试、示范、商用阶段的经验和教训进行总结，加快 5G-V2X 的产业化进程。

3.2.2. 差距分析

目前，国内的 C-V2X 通信设备实现产业化目标仍存在如下差距：

1. C-V2X 通信设备尚未经过大规模测试，同时相关通信设备技术标准和测试规范未定也影响通信设备的产业化成熟。

2. C-V2X 路侧单元与现有道路基础设施上的其他通信设备具有部分重复功能，部署思路未定。

3.2.3. 实现路径

1. 推动 C-V2X 安全标准制定和测试工作，协调各相关行业协同部署。
2. 组织大规模测试，切实解决大规模测试中暴露的问题。
3. 与道路基础设施的主管部门协调沟通，在避免重复建设的条件下，满足车路协同的需求。

4. 适时启动 5G-V2X 标准制定工作，研制支持 5G-V2X 的多模终端，开展相关测试。

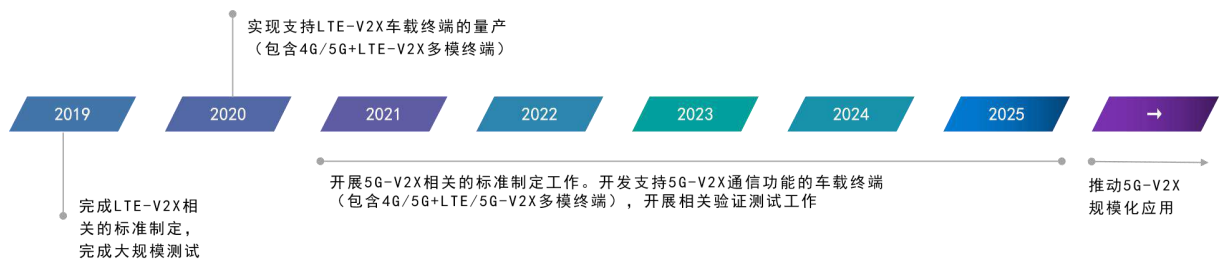
3.2.4. 时间表

2019 年，完成 LTE-V2X 相关的标准制定，完成大规模测试。

2020 年，实现支持 LTE-V2X 车载终端的量产（包含 4G/5G+LTE-V2X 多模终端）。

2021-2025 年，开展 5G-V2X 相关的标准制定工作。开发支持 5G-V2X 通信功能的车载终端（包含 4G/5G+LTE/5G-V2X 多模终端），开展相关验证测试工作。

2025 年以后，推动 5G-V2X 规模化应用。



3.3. 车载终端

3.3.1. 产业化目标

提高 C-V2X 车载终端的搭载率，逐步实现 C-V2X 的普及化，提高交通出行效率，提升行驶安全，提供多元信息服务。

推动 C-V2X 技术与自动驾驶技术的融合，利用 C-V2X 技术为智能驾驶提供辅助信息、扩展单车传感器的感知范围，实现“人-车-路-云”协同感知。并逐步探索车路协同决策能力的实现，推动自动驾驶技术发展。

3.3.2. 差距分析

目前，国内的 C-V2X 车载终端实现产业化目标仍存在如下差距：

1. C-V2X 路侧设施部署率低、服务覆盖范围小，只有少数示范区内才部署了路侧设施，而且支持的应用场景较少，C-V2X 技术带来的效果并不明显，车企无主动安装车载 C-V2X 设备的动力。

2. 车辆自动驾驶技术目前主要依靠自车传感设备进行感知和决策，C-V2X 与感知信息融合仍在研发过程中，需解决功能安全等问题。

3.3.3. 实现路径

1. 提高车辆前装率

1) 商用搭载。

以在售车型为基础，按照首先在少量前装车进行商用示范，到在中、高端车型上正式商用，到全面前装搭载的步骤，分步推进 C-V2X 的前装。推动前装车搭载具备蜂窝通信接口（4G/5G）和 V2X 直连通信接口的多模车载终端。

2) 标准研制。

完善 C-V2X 应用和安全标准，制定 C-V2X 功能安全标准。

3) 鼓励政策。

出台鼓励性政策，鼓励城市公交、出租、网约车、“两客一危”、环卫、物流配

送等安装车载终端。

经过前期商用，充分验证 C-V2X 对交通安全和效率的显著效应，推动政府出台强制车辆前装 C-V2X 法规。

4) 加快研发进度。

推动 C-V2X 信息与车辆传感器感知信息融合，加快研发网联协同决策与控制能力，以 C-V2X 加快推动自动驾驶的落地。

为进一步推进高级别自动驾驶，加快 5G 和 5G-V2X 技术和应用研发进度。

2. 提高车辆后装率

1) 2018 年 V2X 业务应用引入阶段。

以在售车型为基础，通过在智能后视镜、车载 PAD 等形态产品上开发 V2X 应用，实现红绿灯信息推送、车速引导、限速预警、道路事件提醒、道路危险状况提示和紧急车辆优先通行等 V2I、V2N 应用，为驾驶员提供驾驶辅助信息。

在无锡等地的示范区内应用，实现小规模商用部署。为 V2X 业务的开展和路侧基础设施、城市交通信号的改造，提供应用指导。

2) 2020 年 V2X 业务应用完善阶段。

基于 LTE-V2X 芯片和模组的成熟，开发基于 Uu+PC5 双模通信的智能后视镜、车机、车载 PAD、后装盒子等多种形态的 V2X 后装车载产品。在第一阶段支持 V2I、V2N 应用的基础上，进一步支持前向碰撞预警、左转辅助、道路交叉路口碰撞预警等 V2V 应用。

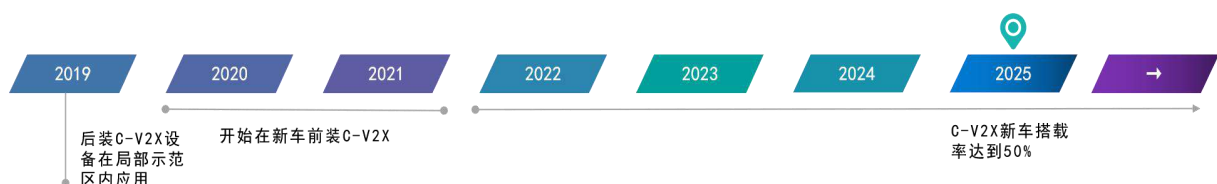
3) 2022 年以后，全面推广 C-V2X 车载终端，后装车载终端数量逐步增多，到 2025 年左右趋于稳定。

3.3.4. 时间表

2019 年，后装 C-V2X 设备在局部示范区内应用。

2020-2021 年，开始在新车前装 C-V2X。

2025 年，搭载 C-V2X 的新车搭载率达到 50%。



3.4. 路侧设施

3.4.1. 产业化目标

分阶段、分区域推进 C-V2X 道路基础设施建设、部署工作，促进交通基础设施（信号灯、标志、标线等）的数字化升级，制定与 C-V2X 设备之间互联的设备和系统的接口规范。

统一通信接口和协议，实现道路设施与智能汽车、运营服务提供商、交通、交管系统等信息互联，提供多元化的应用场景，确定可行的商业运营模式。

3.4.2. 差距分析

目前，国内的 C-V2X 路侧设施实现产业化目标仍存在如下差距：

1. 缺乏 C-V2X 路侧设施部署的总体规划。

目前我国相关行业主管部门尚未出台针对 C-V2X 路侧设施部署的总体规划，导致产业对 C-V2X 路侧设施的部署实施时间、部署场景、部署规模等不明确，不能有效推进产业化进程。

2. 交通设施信息化和智能化不足。

目前我国交通设施在感知、认知、诱导和执行的层面上协同不够，人、车、路之间信息互通不够，大多数功能、应用都是面向管理研发的，以监测功能为主，缺乏主动性和预见性，不能满足交通信息化和智能化的发展需求。

3. 相关标准有待完善。

交通管控路侧设备与 C-V2X 设备之间的接口规范尚不完善；与其他行业、部门的信息不能共享，不能形成一体化信息共享、发布平台。

4. 商业模式尚不清晰。

C-V2X 路侧设施投资成本巨大，需要有一个明确的商业模式，形成良性经营循环，才能长久运营下去。目前针对 C-V2X 路侧设施的建设主体、投资主体、运营主体、盈利模式等尚未出台相应的政策，导致路侧设施建设进度缓慢，无法带动用户消费意愿，无法形成商业模式的闭环。

3.4.3. 实现路径

1. 加快智能路侧设备研发与测试。

加大路侧感知、边缘计算、信息交互等设备和系统的研发力度，规范功能和性能要求。研究面向智能路侧设备的测试评估方法，推进测试体系建设，开展规模化测试，验证智能路侧设备的适应性和可靠性。

2. 推进智能化道路基础设施建设。

坚持基础设施和车辆协同发展，研究道路智能化分级方法，加大智能基础设施投资力度，分阶段、分区域推进道路基础设施的数字化、智能化建设，逐步形成泛在感知、精准管控的服务能力，实现重要交通基础设施的数字化管理和全路网运行的智能化服务，与智能交通、交通管理信息化协同推进。

3. 制定标准体系。

结合我国现阶段城市交通与城市本身、城市交通管理体制的特点，开展车路协同技术以及城市交通管控技术标准体系建设。充分考虑通信、汽车、交通管控设施等标准的兼容性，制定交通设施与 V2X 设备的接口规范、数据共享相关标准。

4. 选取有条件城市、道路开展试点工作。

充分利用车联网先导区、智慧城市建设、道路基础设施改造新建和升级改造的机会，加快 C-V2X 基础设施的部署和应用。选取基础条件较好的城市和道路试点，优先开展行业之间的示范应用。

5. 探索车联网运营模式，推动车联网生态发展。

探索车联网管理机制和运营模式。以市场需求为导向，进一步加强市场培育，规范市场秩序，完善产业发展环境，形成包括供应商、运营商、政府和消费者间的完善的产业生态体系。

3.4.4. 时间表

2019-2021 年，在国家车联网示范区、先导区、特定园区规模部署路侧设施，形成示范应用。编制 C-V2X 路侧单元与交通、交管设施接口规范，进行相关设备研发。

2022-2025 年，在典型城市、高速公路逐步扩大 C-V2X 基础设施覆盖范围。

2025 年以后，在主要城市、主要区域、主要公路逐步实现 C-V2X 全面覆盖，C-V2X 应用服务生态基本完善。



3.5. 安全保障

3.5.1. 产业化目标

建立完善的 C-V2X 安全认证鉴权体系，推动量产具备安全功能的 C-V2X 设备，支

持中国车企量产 C-V2X 车型。

建立完善的 C-V2X 安全检测认证机制及平台，促进研发、生产适用于 C-V2X 的国密安全芯片，提高安全防护技术水平，保障车联网产业健康发展。

3.5.2. 差距分析

目前，国内的 C-V2X 安全保障实现产业化目标仍存在如下差距：

1. 部分安全标准尚未完成

C-V2X 所涉及的通信、终端、业务应用的安全标准尚未完成。目前仅完成了《基于 LTE 的车联网通信安全技术要求》，CCSA 正在制定《基于 LTE 的车联网无线通信技术安全认证技术要求》以及配套的测试方法《基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证测试方法》，旨在制定证书管理、相关数据接口以及流程等技术要求。考虑到 C-V2X 业务广泛的牵涉面，必须尽快推动安全标准的制定，加强跨行业协调，确保不同的道路参与者采用统一的技术标准。

2. 安全检测能力落后

C-V2X 安全检测能力尚处于初步探索期，针对 C-V2X 通信证书格式、身份认证管理平台、隐私保护等方面的检测能力尚未完善建立，亟需在推动标准完善的基础上建立 C-V2X 安全检测能力。

3. 安全管理实体不明确

鉴于 V2X 应用几乎涵盖了所有的道路交通参与者，目前不同行业都有各自的信息安全系统、证书管理系统，造成不同行业间信息系统互联互通不畅，适用于 C-V2X 的证书管理架构尚未达成共识，缺乏统一的管理、协调、互认机制，尚未形成统一的信息服务平台。

4. 国密产业链发展滞后

考虑到安全的重要性，国密算法是国有 C-V2X 安全体系的基础，但是目前能够支持汽车应用的国密安全芯片仍然是目前 C-V2X 应用开发中的一个短板，缺乏车规级国密安全芯片、HSM 产品等。

3.5.3. 实现路径

1. 加快 C-V2X 通信安全标准的制定工作

深入分析目前 C-V2X 车联网系统可能面临的安全风险，制定相应的安全标准，积极推动安全团体标准、行业标准向国标的转化。同时，加强跨行业协调，确保 C-V2X 不同行业参与者采用统一的安全技术标准。

2. 提高 C-V2X 通信安全检测能力

研发建立通信安全测试验证平台，开展 C-V2X 终端安全能力测试验证、身份认证管理平台的功能性能测试验证，为芯片模组、终端、系统平台等各类 C-V2X 产品提供安全检测服务，为车联网安全应用商业化落地奠定坚实的测试验证基础。

3. 构建 C-V2X 安全认证管理平台

建立完整的 C-V2X CA 管理系统，实现证书颁发、证书撤销、终端安全信息收集、数据管理、异常分析等一系列与安全相关的功能，确保 C-V2X 业务的安全。

明确 C-V2X 安全证书管理主体，建立协同统一的安全认证管理平台，确保来自不同管理实体的车辆及设施之间的互联互通。

4. 促进国密产业链发展

确保 C-V2X 安全系统采用国家密码管理局批准的国密算法，数字证书应符合国家标准或者行业标准的技术要求。促进形成多种形态的车规级国密安全芯片、HSM 产品，以提升 C-V2X 终端、系统的安全能力。

3.5.4. 时间表

2019 年，完成 C-V2X 安全方案的设计及演示验证。

2020 年，完成 C-V2X 通信安全相关标准的制定，实现安全芯片的量产。建立 C-V2X 安全认证管理平台，实现证书分发管理与 CA 运营，对外开展认证服务。

2020 年以后，持续完善 C-V2X 安全认证平台和服务体系。



3.6. 数据平台

3.6.1. 产业化目标

构建 C-V2X 数据平台体系架构，实现“人—车—路—云”动态多源异构信息融合，制定 C-V2X 数据平台的数据、接口、通信协议、认证与安全等相关标准。

推动 C-V2X 数据平台的建设与部署，分步构建“中心—区域—边缘—终端”的多级分布式 C-V2X 数据平台体系，满足 C-V2X 业务研发、测试、应用需求，提供面向智能网联驾驶生态的多元化数据服务。

搭建跨行业合作平台，促进各行业数据平台之间的信息开放、互联互通，构建数据

使用和维护的市场化机制，保障车辆安全有效地运行。

3.6.2. 差距分析

1. 现有行业数据平台体系架构和标准不同

目前不同行业的数据平台主要根据行业管理需求而建设，各数据平台建设时间不同，采用的体系架构不同、通信协议不同、数据接口不同，导致各数据平台功能简单、能力分散。

2. 跨行业数据平台间互联互通困难

各行业数据平台间采用的数据采集、存储格式不同，通信协议不统一，数据交互接口标准不同，给行业间数据平台之间互联互通、信息共享带来困难。而且，有的行业数据平台具有封闭性和行业局限性，缺少数据共享接口，难以与其他行业数据平台共享数据，不具有良好的服务输出能力。

3. 数据挖掘不足、提供服务较单一

传统的车联网平台难以对数据进行有效的规模扩增，面对海量数据的车联网信息时难以应对，并且无法根据获取的车联网信息进行有效的整合与挖掘，因此还无法为用户提供有效的信息服务，也无法为车辆的辅助驾驶、自动驾驶系统提供有效的数据支撑与决策依据。

3.6.3. 实现路径

1. 制定数据平台相关接口标准、通信标准。

2. 构建 C-V2X 数据平台体系架构，逐步建成“中心—区域—边缘—终端”多级数据平台，实现“人—车—路—云”动态多源异构信息融合，提高数据平台的数据分析、决策能力，提供多元化信息服务。

3. 促进 C-V2X 数据平台与其他行业、部门数据平台间的互联互通，推进综合共享数据平台的建设，为 C-V2X 应用提供综合、全面的服务支持。

3.6.4. 时间表

2019-2021 年，开展数据平台相关标准研究，基于示范区、先导区实现“区域-边缘-终端”三级平台示范。

2022-2024 年，持续开展数据平台相关标准化工作，探索跨行业数据平台互联互通，扩大示范试点范围。

2025 年及以后，数据平台标准基本完善，实现跨行业数据平台互联互通。探索“中心-区域-边缘-终端”四级平台架构实现路径。



3.7. 测试认证

3.7.1. 产业化目标

完善 C-V2X 相关测试标准规范，包括测试组件、测试环境、测试实施要求等，并由检测实验室输出测试组件或测试系统。

开展 C-V2X 应用层互联互通、协议一致性、性能要求、信息安全等方面的测试认证工作。

联合通信、汽车、交通、交管等行业协同推动建设 C-V2X 测试认证能力，构建国家级车联网测试验证平台。

3.7.2. 差距分析

1. C-V2X 技术的测试标准、规范尚不完善，实验室、小规模外场和大规模环境下的测试验证环境仍需进一步完善；

2. 测试认证体系不明确，各测试环节的划分较为模糊，部分测试评估认证规范缺失。

3.7.3. 实现路径

1. 加速制定 C-V2X 缺失的标准，重点包括安全、最小性能要求、测试认证等。

2. 建立 C-V2X 测试认证体系，明确测试内容、测试标准及测试所需环境。

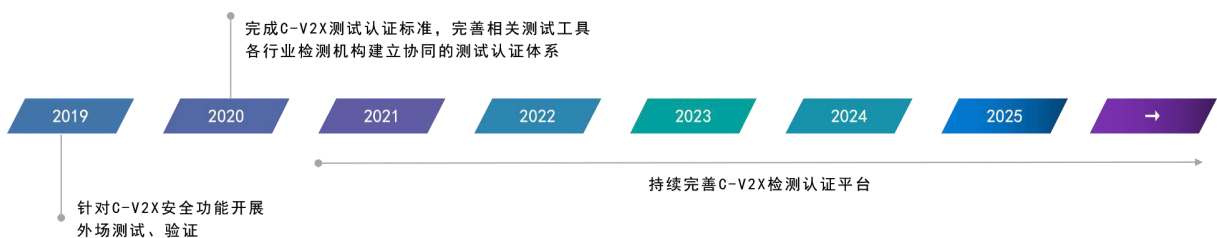
3. 组织相关企业单位、科研院所等，依托各示范区、先导区开展大规模外场测试，为产业化提供支撑。

3.7.4. 时间表

2019 年，针对 C-V2X 安全功能开展外场测试、验证。

2020 年，完成 C-V2X 测试认证标准，完善相关测试工具。各行业检测机构建立协同的测试认证体系。

2020 年以后，持续完善 C-V2X 检测认证平台。



4. C-V2X 产业化时间表

总结以上 C-V2X 产业化部署关键要素的重要时间节点，得到我国 C-V2X 产业化部署整体时间表，如图 5 所示。

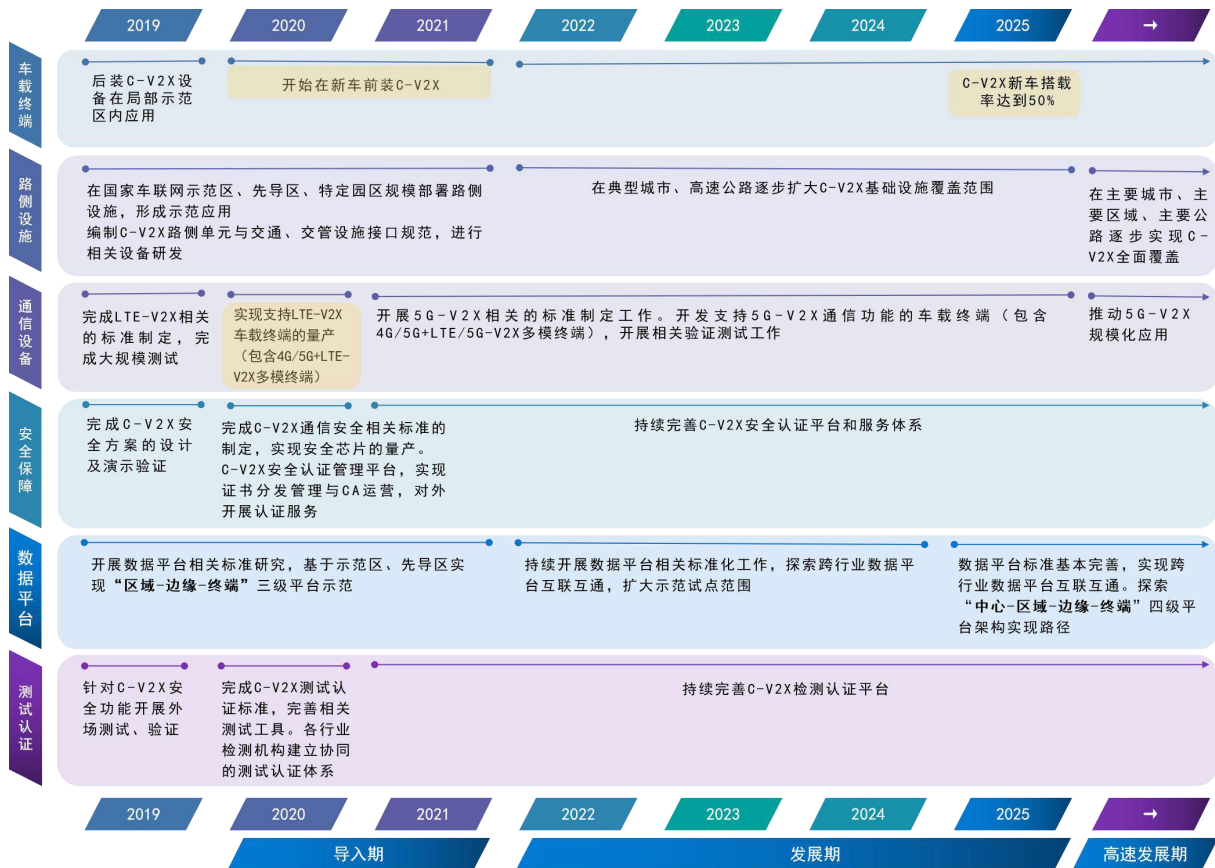


图 5 C-V2X 产业化时间表

2019-2021 年为 C-V2X 产业化部署导入期。在这一阶段，C-V2X 通信设备、安全保障、数据平台、测试认证方面可基本满足 C-V2X 产业化初期部署需求。同时，在国家车联网示范区、先导区及部分特定园区部署路侧设施，形成示范应用，车企逐步在新车前装 C-V2X 设备，鼓励后装 C-V2X 设备，车、路部署相辅相成，形成良性循环，C-V2X 生态环境逐步建立，探索商业化运营模式。

2022-2025 年为 C-V2X 产业化部署发展期，根据前期示范区、先导区建设经验，形成可推广的商业化运营模式，在全国典型城市和道路进行推广部署，并开展应用。

2025 年以后为 C-V2X 产业高速发展期，逐步实现 C-V2X 全国覆盖，建成全国范围内的多级数据平台，跨行业数据实现互联互通，提供多元化出行服务。